5/20

CD-uitbreidingen: DVD, Digital Versatile Disk

Inhoud

5/20.1

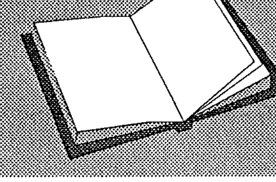
DVD: een introductie

Voorgeschiedenis

DVD, de reddende engel?
Volgens de internationale elektronicafabrikanten zal in het najaar van 1997 een groot wonder gebeuren. De introductie van DVD, de nieuwe standaard voor digitale registratie van audio, video en data op een reflecterend schijfje, moet een revolutie in de consumer en professionele elektronica wereld teweeg brengen. Enerzijds worden die hoge verwachtingen natuurlijk ingegeven door commerciële motieven. Het gaat helemaal niet goed met de audio- en video-branche. De markt is verzadigd, iedereen heeft wel een TV, een audio-set, een videorecorder en een video-camera. Nieuwe systemen, door de noodlijdende industrie verwachtingsvol op de markt gebracht, flopten de een na de ander: CD-I, DAT, Mini-disk, DCC, de verhalen over miljardenverliezen zijn algemeen bekend. Er moet dus dringend een systeem komen dat algemeen aanslaat en waarvan wereldwijd honderden miljoenen apparaten verkocht worden.
DVD moet dit systeem dus gaan worden. DVD, niet de afkorting van "Digital Video Disk", zoals vaak beweerd maar van "Digital Versatile Disk", oftewel "digitale veelzijdige schijf".
Een ding is zeker: veelzijdig is deze schijf! Met een maximale capaciteit van 17 GB, meer dan twee uur hoogwaardige video, eventueel met drie geluidskanalen met ieder acht surround sound signalen en de mogelijkheid tot het weergeven van ondertitels in 32 talen! Met acht kanalen hoogwaardige audio met een bemonsteringsfrequentie van maximaal 96 kHz en een woordbreedte van maximaal 24 bit!
Aan de kwaliteit zal het dus niet liggen als DVD flopt.

De CD als basis
Toen in 1980 Philips en Sony de basis legden voor het CD-systeem zal wel niemand bevroed hebben dat dit medium de toekomst van audio- en video-registratie zo ingrijpend zou gaan bepalen. Niemand zal verwacht hebben dat alleen al in de Verenigde Staten vijftien jaar later meer dan 120.000.000 CD-spelers verkocht zouden zijn en er meer dan 3.000.000.000 CD'tjes over de toonbank zouden zijn gegaan! Kortom, het CD-systeem betekent,

LEES OOK:
Hoofdstuk 5/7.1
Hoofdstuk 5/7.2
Hoofdstuk 5/7.3
Hoofdstuk 5/9.1
Hoofdstuk 5/17.1
Hoofdstuk 5/17.2



naast de introductie van de radio en TV, de grootste doorbraak in de geschiedenis van de consumenten-elektronica.
De technologie staat echter niet stil en al snel werd duidelijk dat het in principe mogelijk is ook video-gegevens op een CD'tje te persen. Het ontwikkelen van de formaten CD-I en Video-CD bewezen dit. Echter, beide systemen maakten gebruik van video-compressie volgens de MPEG-1 standaard, die niet die kwaliteit en mogelijkheden biedt die van een toekomstgericht medium verwacht mag worden. Bovendien past een standaard bioscoopfilm niet op één Video-CD.
Met het ontwikkelen van de opvolger van MPEG-1, MPEG-2, werd de basis gelegd voor een hoogwaardige compressie voor video- en audiogegevens. Bovendien was men er in de laboratoria in geslaagd de gegevensdichtheid op een CD aanmerkelijk op te voeren. Beide ontwikkelingen legden, amper 15 jaar na de introductie van de Audio-CD, de basis voor een nieuwe wereldwijde standaard, DVD genoemd, die niet alleen neerwaarts compatibel is met de oude Audio- en Video-CD standaarden, maar een doorbraak betekent op het gebied van digitale registratie van video. Alle bij het project betrokken partijen verwachten dat de DVD een net zo'n groot commercieel succes zal gaan beleven als de Audio-CD indertijd. Hetgeen zou betekenen dat de toekomst van de VHS-cassette als hét registratiemiddel voor video de langste tijd heeft gehad.

Historisch overzicht
De belangrijke jaartallen die een rol hebben gespeeld bij de ontwikkeling van DVD.

- 1980:
  Philips en Sony presenteren de Audio-CD en slagen er in dit medium als internationale standaard voor optische registratie van digitaal geluid te doen accepteren.
- 1982:
  De eerste CD-speler wordt op de markt gebracht door Sony. De eerste Audio-CD, Billy Joël's "52nd Street", wordt op de markt gebracht.
- 1984:
  De eerste draagbare CD-speler wordt gelanceerd.
- 1985:
  Philips en Sony introduceren de CD-ROM, een uitbreiding van de Audio-CD waardoor het medium geschikt wordt voor het registreren van computergegevens.
- 1989:
  In dat jaar wordt de vijfentwintig miljoenste CD-speler in de Verenigde Staten verkocht.
- 1989:
  Philips en Sony ontwikkelen het CD-I formaat, waar Sony zich echter vrij snel volledig uit terug trekt. CD-I kan in feite beschouwd worden als de voorganger van DVD: de standaard bepaalde de technieken voor het maken van echte multimediale producties, waar computerprogramma's, gegevens, audio, foto en video door elkaar gehusseld op één CD'tje konden worden opgenomen. Philips trekt alleen de kar, maar moet vaststellen dat zelfs het grootste Europese elektronica-concern te klein is om in zijn eentje wereldwijde acceptatie van een door andere fabrikanten afgeschreven systeem door te drukken. CD-I flopt in de consumenten-elektronica, maar houdt wél een belangrijk marktaandeel in de zakelijke multimedia presentatie-systemen. Geschat wordt dat Philips meer dan een miljard dollar verlies lijdt aan het CD-I avontuur.

20.1 DVD: een introductie

- 1990:
  Philips en Sony introduceren de CD-R standaard. Het monopolie op het "branden" van CD'tjes vervalt, iedereen die er wat geld voor over heeft kan zélf CD's op de markt brengen.
- 1995:
  De CD-familie wordt uitgebreid met de "CD-Erasable" en de "CD-Plus". De eerste standaard bepaalt de normen voor wisbare CD's, de tweede een speciale norm voor het schrijven van heel veel audio op een normale CD.
- September 1995:
  Een internationaal consortium van elektronica hard- en software fabrikanten en de grote jongens uit de computer-branche legt de basis voor de DVD-norm.
- 1997:
  Tussen september 1995 en voorjaar 1997 ontstaan diverse commerciële belangenconflicten rondom het nieuwe medium. Met name de software leveranciers maken problemen. Mogen DVD's met Amerikaans filmmateriaal in Europa afgespeeld worden? Hoe zit het met de kopieerbeveiliging? Hoe zit het met ondertiteling of nasynchronisatie in verschillende talen? Welke surround-sound systemen kunnen er gebruikt worden? Er worden, helaas, tal van compromissen gesloten, waardoor de DVD zijn wereldwijde standaard kwijt raakt en er diverse continentgerichte sub-normen ontstaan.

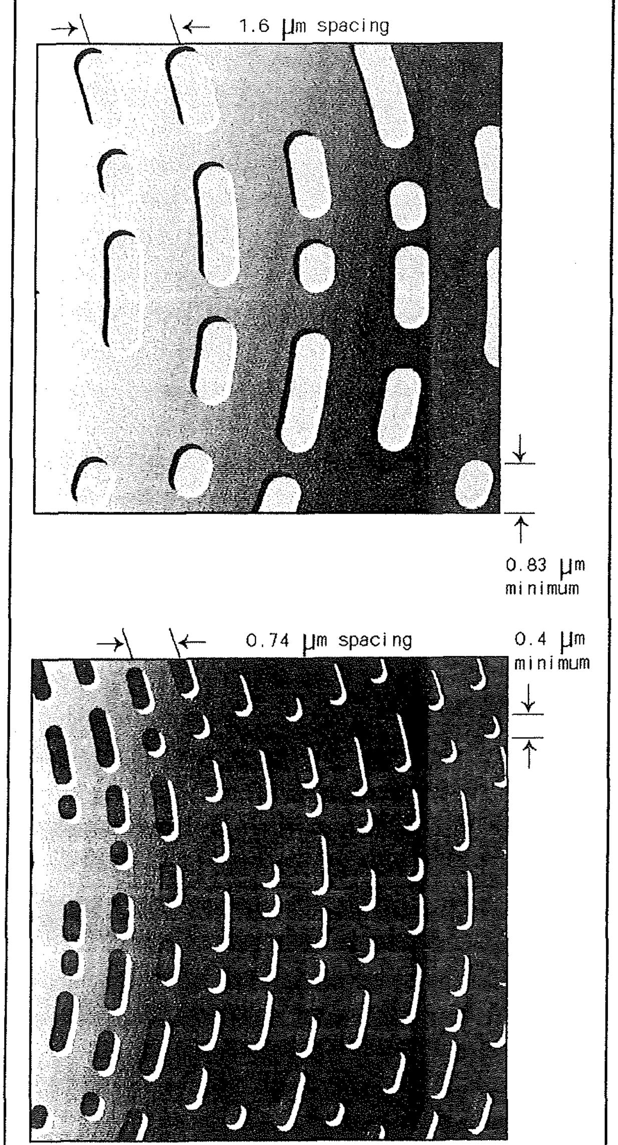
De specificaties van DVD

Hetzelfde formaat, veel meer gegevens
Het uiterlijk van een DVD-schijfje is volledig identiek aan dat van een Audio-CD. De diameter bedraagt 120 mm en de dikte is 1,2 mm. Iedere DVD-speler is dus mechanisch helemaal voorbereid op het afspelen van oude Audio-CD's. De fabrikanten garanderen honderd procentige compatibiliteit. Dat betekent dat niemand de voorraad Audio-CD's in de prullenbak moet gooien, maar bovendien dat de bestaande CD-fabrieken de productie-eenheden voor het maken van Audio-CD's vrij eenvoudig en goedkoop kunnen aanpassen aan de nieuwe norm.
Het grote verschil tussen alle voorgaande CD-standaarden en de DVD-standaard zit verborgen in het spiegelend oppervlak. Op een DVD-schijf passen zeven keer meer gegevens dan op de oude CD's: 4,7 GB in plaats van 680 MB. Daarnaast voorziet de standaard in een schijfje met een opslagcapaciteit van 8,5 GB en tweezijdig te gebruiken schijven met een opslagcapaciteit van niet minder dan 9,4 GB of zelfs 17,0 GB!

Codering
Er zullen dus vier formaten in omloop komen. Deze hebben een internationaal gestandaardiseerde codering gekregen:
- DVD-5: 4,7 GB;
- DVD-9: 8,5 GB;
- DVD-10: 9,4 GB;
- DVD-18: 17 GB.

DVD-5:
kleinere pit's, kleinere track-afstand
DVD-5 is wat structuur betreft te vergelijken met de traditionele CD: één data-laag met één gegevensspiraal. Hoe slaagt men er dan toch in de capaciteit op te voeren van de 680 MB van de CD tot de 4,7 GB van dit formaat?
Gegevens worden in het oppervlak van een CD geregistreerd onder de vorm van "pit's" of nokken.

20.1 DVD: een introductie



Figuur 5/20.1-1: Het verschil in gegevensdichtheid tussen een normale CD (boven) en een DVD (onder).

Dat zijn zeer kleine putjes die op een grote spiraal liggen en in het oppervlak van de schijf worden geperst. De afmetingen en de onderlinge afstand van de pit's en de afstand tussen de windingen van de spiraal worden bepaald door de golflengte van het licht, waarmee de CD wordt afgetast en de diameter van de lichtspot. De oude systemen maken gebruik van een halfgeleider-LASER die licht uitstraalt met een golflengte van 780 nm. Deze golflengte ligt in het voor het menselijke oog onzichtbaar infrarood gedeelte van het spectrum. Bij DVD wordt zichtbaar rood licht gebruikt met een golflengte van 650 en 635 nm. Dank zij deze kortere golflengte kunnen de pit's kleiner zijn. Maar bovendien kan de diameter van de aftastspot ook kleiner zijn en kunnen de pit's dus zowel in de lengte- als in de breedterichting van de spiraal dichter bij elkaar liggen. Het microscopisch verschil tussen een gewone CD en een DVD is geschetst in figuur 5/20.1-1.
De windingen van de spiraal liggen bij DVD 0,74 µm uit elkaar, terwijl de minimale lengte van een pit gereduceerd kan worden tot 0,4 µm. Natuurlijk gaat dat niet zo maar. Ook aan het lenssysteem in de optische pick-up is het een en ander verbeterd. Met name de numerieke apertuur (NA) van het optische systeem is sterk verbeterd. De NA is gelijk aan het product van de openinghoek van de lichtstraal en de brekingsindex van de tussenstof. De openingshoek van de lichtstraal bepaalt de hoeveelheid licht die door de pick-up weer kan worden opgevangen. Bij het CD-systeem werkt men met een numerieke apertuur van 0,45, bij DVD is deze grootheid verhoogd tot 0,60.
Het zal duidelijk zijn dat al deze verbeteringen tot een aanzienlijk efficiënter gebruik van het oppervlak van de schijf leiden. Dat is de eerste verklaring voor de dramatische toename van de gegevenscapaciteit.

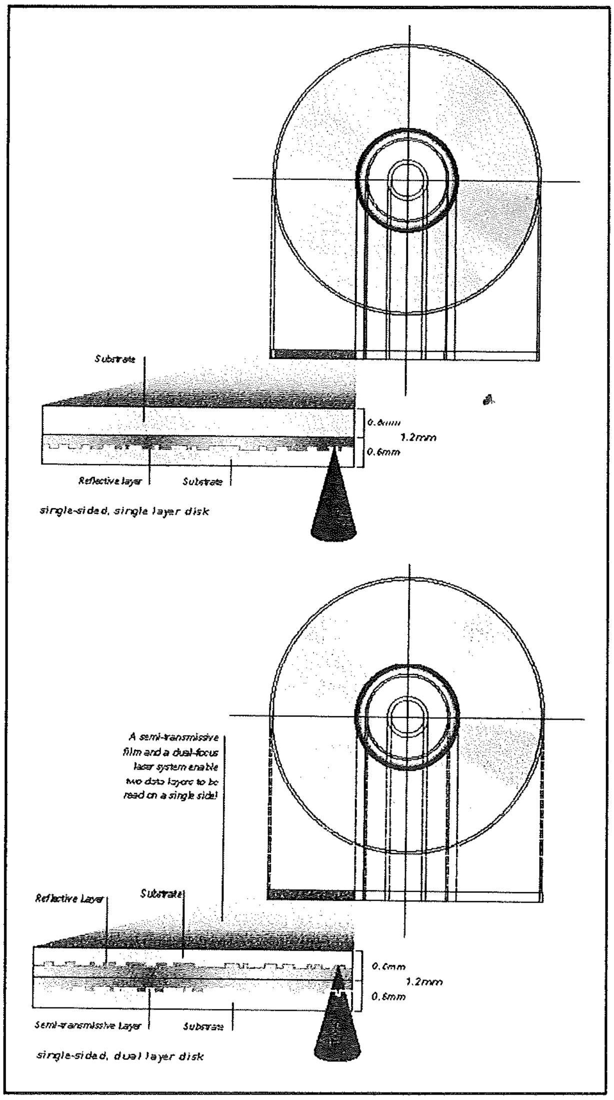
Verfijndere codering
De grotere gegevenscapaciteit van het DVD-systeem wordt op de tweede plaats

20.1 DVD: een introductie

bepaald door een veel doordachtere codering. Ook nu wordt gebruik gemaakt van EFM-codering. Bij de oude systemen wordt een 8 bit breed data-byte omgezet in een 14 bit breed CD-bit. Het bleek dat het veel efficiënter is gebruik te maken van een 8 naar 16 bit codering. Vandaar dat bij DVD niet gesproken wordt van EFM maar van EFM-PLUS. Door deze codering blijkt het niet noodzakelijk te zijn na ieder CD-byte nog eens drie zogenoemde "merge"-bits op te nemen voor compensatie van de DSV. Voor uitleg hiervan wordt verwezen naar hoofdstuk 5/7.3
Bij de oude systemen wordt voor de foutdetectie en -correctie gebruik gemaakt van het Reed-Solomon algoritme. Ook bij DVD is dat het geval, maar er is flink aan de wiskunde gesleuteld, met als gevolg dat de nieuwe foutdetectie en -correctie, RS-PC genoemd, tien keer efficiënter is dan het oude systeem. RS-PC is de afkorting van "Reed Solomon Product Code".
Bij CD's nemen de data die nodig zijn voor de foutdetectie en -correctie ongeveer 25 % van de totale capaciteit van de schijf in beslag, RS-PC reduceert dit percentage tot 13 %.

DVD-9:
single side, dual layer disk

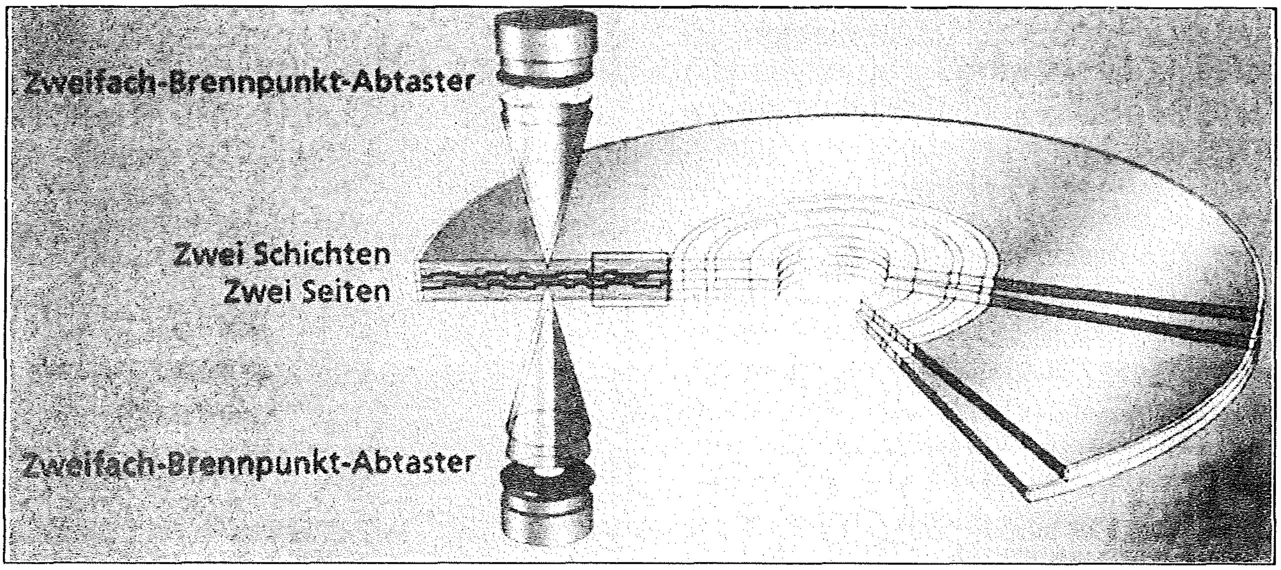
Een van de grootste doorbraken is dat men er in slaagt twee gegevensdragers in de 1,6 mm dikke schijf onder te brengen. Dit noemt men een "single side, dual layer disk". Een DVD met een capaciteit van 8,5 GB, is in feite opgesplitst in twee schijfjes. De doorsnede van een oude CD en een nieuwe DVD volgens dit principe is getekend in figuur 5/20.1-2. Om dit voor elkaar te krijgen moest een speciale semitransparante film worden ontwikkeld, die opgedampt wordt op de pit-laag die het dichtst bij de optische pick-up staat.



Figuur 5/20.1-2: Doorsnede door een oude CD (boven) en door een "single side, dual layer" DVD (onder).

Als de optische pick-up de diepere laag leest, schijnt hij door deze semi-transparante laag heen en focusseert zijn straal op de pit's van de diepste laag. Wordt de bovenste laag gelezen, dan stelt het systeem de focus in op de bovenste laag en worden de gegevens van deze laag gelezen. Deze techniek wordt "focus jump" genoemd. Natuurlijk vergt het omschakelen van de focus en het herplaatsen van de optische pick-up enige tijd. In iedere

20.1 DVD: een introductie



Figuur 5/20.1-3: Het principe van de "dual side dual layer" DVD.

DVD-speler is echter een geheugenbuffer opgenomen, waarin voldoende gegevens passen om de tijd van dit omschakelen te overbruggen. De gebruiker merkt dus helemaal niets van het ingewikkelde proces dat bij het omschakelen van de ene naar de andere laag in de DVD-speler plaats vindt. Een videofilm loopt gewoon door op het scherm!

DVD-18:
dual side, dual layer disk

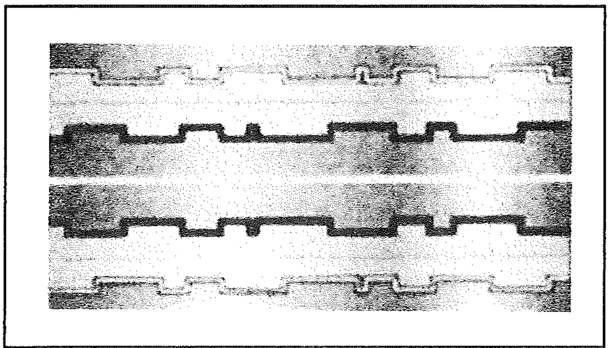
In de inleiding werd geschreven dat de DVD-norm een formaat toelaat met een gegevenskapaciteit van niet minder dan 17 GB, het equivalent van 25 audio-CD's! Diverse fabrikanten werken aan de "dual side, dual layer disk". Matsushita Electric Industrial Corporation heeft een proces ontwikkeld waarbij twee 0,6 mm dikke DVD's rug tegen rug op elkaar worden gelijmd met een onder invloed van ultraviolet licht hardende hars. Bij deze schijfjes bevat één DVD dus niet minder dan vier datadragers, twee aan de ene zijde van het schijfje, twee aan de andere zijde. Deze DVD's zijn dus net zoals de aloude geluidsplaten, tweezijdig te gebruiken. In figuur 5/20.1-3 is getekend hoe dit systeem er uit zal zien.

In figuur 5/20.1-4 is de doorsnede van een dergelijk schijfje wat gedetailleerder weergegeven. Waarschijnlijk zal het niet noodzakelijk zijn de DVD-18 schijfjes met de hand om te draaien. De DVD-spelers die dit formaat ondersteunen zullen worden uitgerust met twee optische pick-up's, waarvan de eerste de bovenzijde en de tweede de onderzijde van de DVD aftast. Natuurlijk moeten beide systemen dan werken volgens het "focus jump" principe. Ook nu zorgt de geheugenbuffer voor naadloze overgang van de ene zijde naar de andere.

DVD-10:
een combinatie

Hoewel dit formaat wel nooit in de handel zal komen, is het toch gespecificeerd in de normen. Bij DVD-10 wordt gewerkt met een dual side structuur, waarbij beide kanten een single layer structuur hebben. Hetgeen een capaciteit oplevert van 4,7 GB + 4,7 GB = 9,4 GB.

20.1 DVD: een introductie



Figuur 5/20.1-4: Doorsnede van een "dual side dual layer" DVD.

Hoger toerental

Een van de belangrijkste uitdagingen bij de ontwikkeling van de DVD-standaard was het verhogen van de snelheid waarmee de gegevens vanuit de schijf gelezen kunnen worden. Toen in 1980 de CD-specificaties werden opgesteld was er alleen sprake van muziek, waarbij een datasnelheid van 1,441 Mbit per seconde voldoende was. Een en ander had tot gevolg dat de lineaire snelheid waarmee de spiraal zich onder de pick-up voort beweegt werd vastgelegd op 1,2 meter per seconde (m/s). Dit komt overeen met een omwentelingssnelheid van de schijfjes van 200 tot 500 toeren per minuut. Maar ondertussen werden natuurlijk de dual en quadruple CD-ROM drives ontwikkeld. Uit de ervaringen met deze apparaten bleek dat de mechanische uitleessnelheid van het medium DVD dramatisch verhoogd kon worden zonder de nauwkeurigheid van het uitlezen van de gegevens te schaden. Vandaar dat werd besloten dat de lineaire uitleessnelheid van DVD 3,49 m/s moest gaan bedragen. Dat betekent dat de schijfjes ongeveer drie en een halve keer sneller rond draaien dan de CD's.

MPEG-2 video-compressie

Bij DVD wordt de MPEG-1 compressie voor video-gegevens definitief verlaten. De toekomst is aan MPEG-2, een systeem dat niet alleen betere kwaliteit biedt, maar bovendien veel meer mogelijkheden heeft.

MPEG-2 wordt al jaren gebruikt in digitale TV-studio's en voldoet aan de professionele kwaliteitsnormen die door de CCIR-601 worden gesteld. Deze norm is dé standaard voor TV-studio's. MPEG-2 levert prachtige kleurenschema's, hoge maar ook instelbare resolutie, zeer lage beeldvervorming en absoluut geen kleurenruis. De in de CCIR-601 norm gespecificeerde beeldkwaliteit schrijft een video datasnelheid van 167 Mbit/s voor. Zonder compressie zou er op een standaard DVD-schijfje van 4,7 GB maar ongeveer vier minuten video passen. Er moet dus flink gecomprimeerd worden en daarvoor wordt het MPEG-2 algoritme ingeschakeld. MPEG-2 biedt een set van zeer flexibele compressie-schema's, zodat de mate van compressie aangepast kan worden aan de aangeleverde datastroom en aan de kwaliteitsnorm die de maker van de DVD aan het beeld wil stellen.

De basis van PMEG-2 heet "redundancy". Beeld na beeld wordt onderzocht op gelijkluidende informatie. Daar waar identieke informatie in twee of meer opeenvolgende beelden wordt ontdekt, zal MPEG-2 deze informatie maar één keer coderen. Natuurlijk werd deze technologie ook al toegepast bij MPEG-1. Het gevolg was wel een behoorlijk kwaliteitsverlies. MPEG-2 gaat hierin echter veel verder en is in staat tot 75 % van de digitale informatie in één video-beeld via redundancy te coderen en dit zonder zichtbaar kwaliteitsverlies.

MPEG-2 werkt bovendien met variabele bit-snelheden. Bij complexe beelden met weinig redundancy wordt gewerkt met snelle datastromen, bij minder complexe beelden wordt gewerkt met trage datastro-

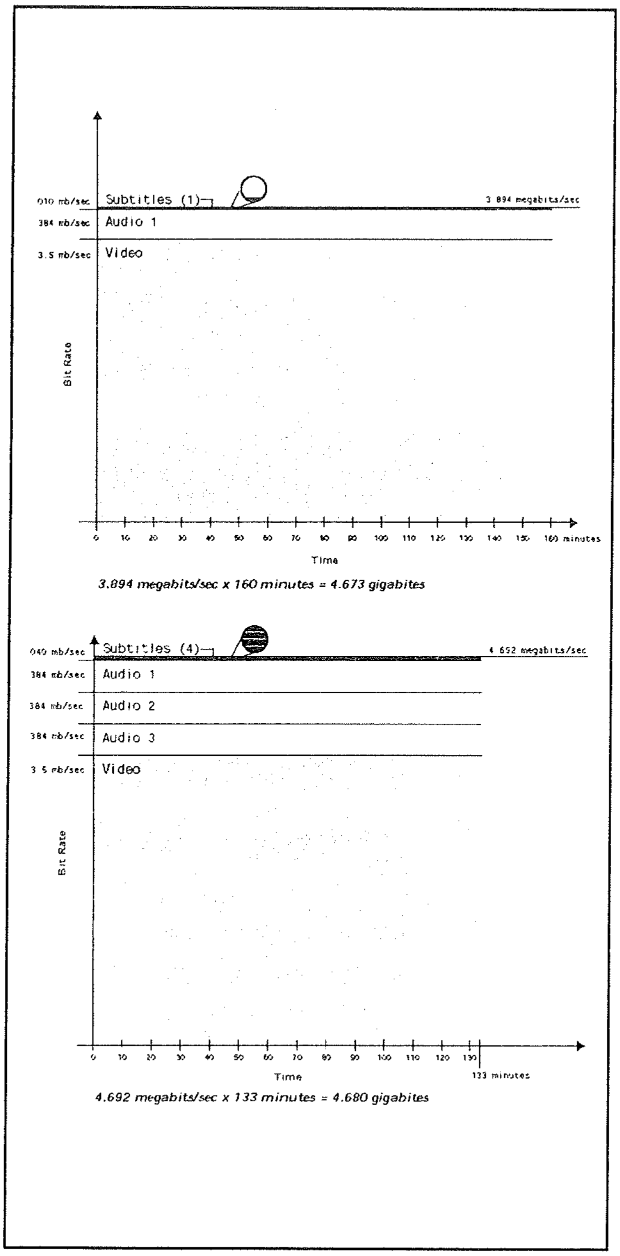
men. Het gevolg hiervan is dat de gemiddelde datastroom per seconde binnen de maximale datatransfer van het systeem past, zonder dat men die beelden die een erg snelle datatransfer nodig hebben moet "afknijpen".
Dank zij al deze technieken kan een single side, single layer DVD gemiddeld twee uur en dertien minuten video bevatten, meer dan de lengte van de gemiddelde bioscoopfilm. Bij een gemiddelde datatransfer van 3,5 Mbit/s blijft er dan nog voldoende ruimte over voor het coderen van 5.1-audio in drie talen en ondertiteling in vier extra talen. De totale gemiddelde datasnelheid stijgt hierdoor tot ongeveer 4,962 Mbit/s. Dit wordt grafisch voorgesteld in figuur 5/20.1-5. In de bovenste grafiek wordt de bitsnelheid uitgezet ten opzichte van de capaciteit in minuten voor een normale videofilm: één videostroom, één audio-stroom en één ondertiteling. In totaal komt MPEG-2 dan op 3,894 Mbit/s, hetgeen op een "single side, single layer" DVD een speelduur van 160 minuten oplevert. In de onderste grafiek is de bitsnelheid weergegeven van een speelfilm met drie audio-stromen en vier ondertitels. De gemiddelde bitsnelheid stijgt dan tot 4,692 Mbit/s, hetgeen goed is voor een speelduur van 133 minuten.

Gemiddelde bit-rates bij MPEG-2

Uit de grafieken van figuur 5/20.1-5 kan men de gemiddelde bit-rates voor video, audio en ondertitels afleiden:
- video: 3,5 Mbit/s;
- audio: 0,384 Mbit/s;
- ondertitels: 0,01 Mbit/s.

Multiple Aspect Ratios

MPEG-2 is in staat breedbeeld film (wide screen) is de verhouding 16:9 te verwerken. Iedere DVD-speler kan dan ook zonder meer rechtstreeks aangesloten worden op moderne breedbeeld-TV's. Maar omdat de industrie natuurlijk maar al te goed weet dat de meerderheid van de consumenten het nog steeds met een 3:4-TV doet, heeft men "Multiple Aspect Ratios" ingebouwd.



Figuur 5/20.1-5: De capaciteiten van PMEG-2 overzichtelijk grafisch voorgesteld.

20.1 DVD: een introductie

DVD-spelers worden standaard uitgerust met drie video-modi:

- Anomorphic:
  Of "onveranderd", hetgeen betekent dat zowel 3:4- als 16:9-materiaal als dusdanig naar de uitgang gaat en de aangesloten TV of monitor moet besluiten hoe dit materiaal verwerkt wordt.
- Letterbox:
  Er worden, boven en onder het eigenlijke video-beeld, extra zwarte lijnen toegevoegd. Nadien wordt de informatie omgezet naar een 3:4-formaat, zodat het beeld volledig op een 3:4-TV verschijnt, maar met onder en boven een zwarte rand. In feite hetzelfde systeem als hoe PAL-Plus uitzendingen op een 3:4-TV worden weergegeven.
- Pan&Scan:
  Het 16:9 beeld wordt zo aangepast, dat het in de hoogte op een standaard 3:4-TV past. Links en rechts valt dus informatie weg, men kan de informatie echter door middel van cursors heen en weer over het scherm bewegen.

MPEG-2
Compatible Multichannel Audio

De MPEG-2 standaard comprimeert natuurlijk niet alleen video, maar ook audio. Ook op dit gebied is een enorme vooruitgang gemaakt. Het eigen audio-formaat van PMEG-2 wordt "Compatible Multichannel Audio" genoemd en biedt de mogelijkheid drie 5.1 of 7.1 geluidsschema's te coderen. Dat betekent drie keer vijf of zeven volledig separatie audio-signalen, zodat men met alle teugen kan genieten van volledige surround sound. De .1 betekent dat er nog een zesde of achtste kanaal ter beschikking staat, dat geen volledig audiosignaal ontvangt, maar bedoeld is voor het aansturen van een niet aan plaats gebonden sub-woofer speaker. Deze ontvangt bijna subsonisch frequenties, waardoor het uitgestraalde geluid meer gevoeld dan gehoord wordt.
MPEG-2 Compatible Multichannel Audio is volledig compatible met de geluidscompressie van MPEG-1. MPEG-1 gecodeerde schijfjes kunnen op een DVD-speler worden afgespeeld. MPEG-2 gecodeerde schijfjes kunnen door een MPEG-1 decoder worden gedecodeerd, zijn het dat de signalen dan als gewoon stereo worden weergegeven.

Dolby Digital Surround Sound AC-3

DVD's die in de Verenigde Staten op de markt komen zullen wat betreft audio gecodeerd worden met Dolby's AC-3 digitale audio-track's met ofwel twee gewone stereokanalen ofwel het surround sound systeem met 5.1 kanalen. Dit systeem voorziet de luisteraar van vijf volledig separaat gecodeerde kanalen:

- links voor;
- rechts voor;
- midden voor;
- links achter;
- rechts achter.

Bovendien wordt nog eens een extra subwoofer-signaal geleverd voor het veroorzaken van aardbevingen en soortgelijke sonische trillingservaringen die tegenwoordig vaak in speelfilms voorkomen. Leuk voor de buren!
Dit is dus een hele verbetering vergeleken met wat nu op Video-CD's staat. Het Dolby Pro Logic Surround Sound System moet gebruik maken van de twee bestaande stereokanalen om twee extra kanalen te coderen: achter en voor.
Het AC-3 systeem van Dolby is tegenwoordig standaard in de meeste bioscopen en het publiek is er dus bekend mee. DVD kan dus wat dat betreft dezelfde audiosensatie thuis veroorzaken als in de bioscoop.

24 bit PCM geluid

Bij de Audio-CD werd gebruik gemaakt van lineaire pulscode modulatie met een sample-rate van 44,1 kHz en een breedte van 16 bit per kanaal. De twee geluidsignalen worden dus 44.100 keer per seconde omgezet in digitale codes van 16 bit elk. De DVD-standaard staat ook lineaire PCM toe. Maar de sample-rate kan verhoogd worden tot 96 kHz en de breedte van de samples kan 24 bit bedragen. Hieruit kan men een theoretische signaal/ruis verhouding van niet minder dan 138 dB berekenen. Een ongelofelijke verbetering ten opzichte van de 96 dB van de huidige Audio-CD! Dat betekent dat alle discussies over de al dan niet slechte kwaliteit van CD-geluid definitief tot het verleden zullen behoren. Zelfs de grootste purist zal dergelijk digitaal geluid niet meer weten te onderscheiden van analoog geregistreerde audio. Wél kan niet verwacht worden dat dit magnifieke geluid bij DVD-VIDEO gebruikt zal worden. De doorvoersnelheid van de gegevens is zo groot, dat de video in het gedrang komt.

Regionalisation coding

Zoals reeds geschreven zat Hollywood er niet om te springen om één wereldwijde standaard te ondersteunen. Wat zijn de problemen?

Amerikaanse films worden in de praktijk eerst in de Verenigde Staten uitgebracht en soms maanden later in andere werelddelen. Op het moment dat de film in Amerika van het witte doek verdwijnt kan men er DVD-VIDEO's van gaan maken. Maar dat zou betekenen dat handige zakenlieden deze Amerikaanse schijfjes in Europa te koop zouden aanbieden op het moment dat de film hier nog in de bioscopen draait. Commercieel bekeken kan dat niet.

Er is echter een tweede probleem. De zedelijke normen willen nogal eens van land tot land verschillen. Scènes die in tolerant West-Europa zonder enige morele rimpeling in de bioscoop vertoond kunnen worden, veroorzaken in de Verenigde Staten grote opschudding en verontwaardiging. Landen met strenge godsdienstige regimes zijn nog een groter probleem. Daar worden vaak hele stukken uit Amerikaanse films geknipt alvorens zij goed genoeg worden bevonden voor de plaatselijke bevolking. Het op de markt brengen van één DVD-VIDEO zou dus zelfs tot grote politieke problemen kunnen leiden.

Vandaar dat besloten is iedere DVD-VIDEO te voorzien van een zogenoemde "Regionalisation Code". De wereld is verdeeld in zes zônes, die ieder een eigen code hebben:

- 1: Verenigde Staten van Amerika;
- 2: Europa en Japan;
- 3: Verre Oosten, met uitzondering van Japan en China;
- 4: Zuid-Amerika;
- 5: Afrika en het Midden-Oosten;
- 6: China.

DVD-spelers zullen uiteraard massaal gefabriceerd worden, maar uitgerust worden met regionale firmware, die er voor moet zorgen dat een DVD-speler, gekocht in Europa, alleen maar DVD-VIDEO's kan afspelen die de "Regionalisation Code" van Europa hebben.

DVD-AUDIO

Tot nu toe is de aandacht gelegd op het vastleggen van films op de nieuwe schijfjes. Men verwacht echter ook een toekomst voor de DVD-AUDIO. Deze schijfjes zullen alleen audio-informatie bevatten, net zoals de al bestaande Audio-CD's, maar dan natuurlijk wel in betere kwaliteit

20.1 DVD: een introductie

en met de mogelijkheid tot zeven kanalen plus een subwoofer kanaal afzonderlijk te registreren.
Het grote probleem is dat er erg weinig studio-materiaal voorradig is dat rechtstreeks op zo'n DVD-AUDIO schijfje gezet kan worden. Ook de studio's zijn nog niet ten volle voorbereid op het produceren van surround sound met niet minder dan vijf of zeven kanalen. Tot slot kan de vraag gesteld worden of de consument, die net geïnvesteerd heeft in een Dolby Pro Logic Surround Sound versterker met vier boxen er zit op te springen om die investering weg te gooien en een systeem met zes of acht kanalen aan te schaffen.

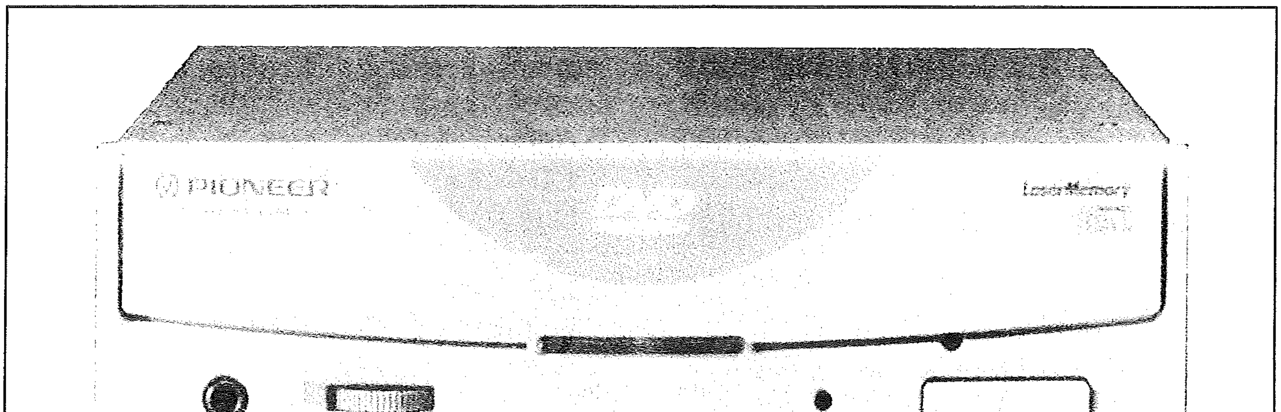
DVD-ROM

De DVD-norm specificeert niet alleen video en audio, maar ook hoe computergegevens op een schijfje ondergebracht moeten worden. Vandaar de subnorm "DVD-ROM", die beschrijft hoe in totaal 4,7 GB aan programma's en data op één "single side, single layer" DVD ondergebracht kunnen worden. Ook hierbij bestaat de mogelijkheid over te stappen naar "dual layer", waardoor de capaciteit vergroot wordt tot 8,8 GB. Als file-systeem is gekozen voor het bekende ISO-9660 en het minder bekende Micro UDF. UDF staat voor "Universal Disk Format" en is een nieuwe standaard voor de structuur van een file, speciaal voor DVD ontwikkeld.
De DVD-ROM drive's die binnenkort op de markt verschijnen zullen volledig neerwaarts compatibel zijn, zodat alle bestaande CD-ROM's ermee afgespeeld kunnen worden. Uiteraard is de nieuwe standaard volledig multimedia-compatibel. Na de doorbraak van dit nieuwe medium staat een absolute revolutie te wachten wat betreft computer-spelletjes!
Op dit moment zijn reeds diverse DVD-ROM drives in Duitsland op de markt gebracht:
- Hitachi's GD-1000;
- Pioneer's DVD-A01 (zie figuur 5/20.1-6);
- Toshiba's SD-1002.

De prijzen liggen (in Duitsland) rond DM 500,00.

ActiveMovie 2.0

DVD zal zonder enige twijfel ook doorbreken als serieus data-medium voor de PC. MicroSoft werkt bijvoorbeeld samen met



Figuur 5/20.1-6: DVD-ROM doorbraak: nu al in Duitsland op de markt voor ongeveer vijf honderd mark!

SGS-Thomson aan een hard- en softwarematig platform, dat "ActiveMovie 2.0" zal gaan heten. De bedoeling is dat MicroSoft de software ontwikkelt en SGS-Thomson de hardware voor uitbreidingskaarten, die in real-time MPEG-2 gecodeerde datastromen decoderen voor rechtstreekse weergave op het scherm van de PC-monitor. De bedoeling is dat deze kaarten het verkeer tussen de DVD-ROM drive en het beeldscherm volledig zelfstandig regelen, zodat de centrale processor van de PC ondertussen ingezet kan worden voor andere rekenintensieve taken.

DVD-RAM en DVD-R

Naast DVD-VIDEO, DVD-AUDIO en DVD-ROM voorziet de standaard in DVD-R en DVD-RAM.

DVD-R staat voor "Recordable" en is dus het equivalent van de huidige CD-R. Het beschrijft een systeem waarmee de gebruiker éénmalig een DVD kan beschrijven. Deze schijfjes zullen een opslagcapaciteit van ongeveer 3,8 GB per zijde hebben.

DVD-RAM staat voor "Rewritable Access Memory" en beschrijft de normen waaraan herschrijfbare DVD's moeten voldoen. Verwacht wordt dat deze wisbare en herschrijfbare DVD's binnen het jaar productierijp zijn. De DVD-RAM's hebben een opslagcapaciteit van 2,6 GB per zijde. Hiermee zal alweer een revolutie worden ontketend op computergebied. Back-up's van harde schijven met een capaciteit van 4 GB kunnen op één dergelijk schijfje gemaakt worden!

Copy protection

Een punt waarover heel wat diskussie is geweest! De commerciële belangen van hardware- en software-fabrikanten (grappig genoeg vaak deel uitmakend van hetzelfde groot concern) gaan hier recht tegen elkaar is. Hardware-fabrikanten willen zoveel mogelijk apparatuur en lege schijfjes verkopen en spinnen er veel garen bij als de mogelijkheid zou bestaan bestaande DVD-VIDEO's te kopiëren. Want dat betekent veel omzet aan DVD-recorders en beschrijfbare DVD's. Software-producenten willen zoveel mogelijk voorbeschreven DVD-VIDEO's verkopen en krijgen nachtmerries van gemakkelijk te kopiëren schijfjes.

Uiteindelijk hebben de software-fabrikanten de strijd gewonnen. Ieder schijfje wordt voorzien van een naar men zegt niet te kraken code, die ervoor zorgt dat er geen digitale kopieën van het materiaal gemaakt kunnen worden.

Er zijn in de DVD-standaard twee protectie-schema's opgenomen: analoog en digitaal.

- Analoog:
  Iedere DVD-speler wordt voorzien van een op Macrovision gebaseerde analoge scrambler, die moet voorkomen dat er op een VHS video-recorder een kopie wordt gemaakt van een DVD-VIDEO. Macrovision wordt ook nu al toegepast om het kopiëren van VHS-banden te voorkomen. Het systeem is echter niet waterdicht.
- Digitaal:
  De digitale protectie is nog steeds niet volledig genormeerd. Er zijn twee voorstellen: SID en CGMS.
  CID staat voor "Source Indentification Code". De protectie is aanwezig onder de vorm van een code, die specificeert hoe vaak een bepaalde DVD-VIDEO gekopieerd mag worden. Dit is dus een seriële protectie, die moet voorkomen dat er kopieën van kopieën van kopieën etc worden gemaakt. Bij het maken van een kopie leest speciale hardware in de DVD-speler de protec-

20.1 DVD: een introductie

tie-code uit, wijzigt deze dusdanig dat duidelijk is dat er een kopie wordt gemaakt en zet deze nieuwe protectiecode op de DVD-R. Bij een poging om van deze kopie nog een kopie te maken zal de hardware in de DVD-speler vaststellen dat de oorspronkelijke protectie-code gewijzigd is en weigeren een kopie te maken. Het zal duidelijk zijn dat ook dit systeem niet waterdicht is. Hackers zullen weinig problemen hebben met het kraken van de code! Het systeem is dan ook alleen maar opgezet om te voorkomen dat de gemiddelde consument ongebreideld kopieën gaat maken voor familie en/of buren.

CGMS, letterwoord voor "Copy Generation Management System" wordt reeds toegepast bij de DAT (Digital Audio Tape). De gegevens worden bij het schrijven op DVD versleuteld. De sleutel is natuurlijk ook op de DVD aanwezig. Tussen versleuteling en sleutel bestaat een verband. Bij het kopiëren wordt de sleutel vervalst. De kopie kan dus wel worden gemaakt, maar leest men de kopie nadien weer uit op een DVD-speler, dan ontdekt deze dat versleutelde code en sleutel niet op elkaar passen en wordt er alleen onzin uitgelezen.

Compatibiliteitsproblemen

De DVD-norm schrijft voor dat iedere DVD-speler compatibel moet zijn met Audio-CD en Video-VD. Er wordt echter niets voorgeschreven over compatibiliteit met Photo-CD en CD-I. De meeste fabrikanten (zelfs, oh grote schande, Philips!) hebben aangekondigd daar ook niet naar te streven. Bezitters van een CD-I systeem doen er dus heel verstandig aan niet meer te investeren in de aanschaf van nieuwe CD-I titels.

Een ander punt is de compatibiliteit met de huidige generatie CD-R's. Het basismateriaal waarin de laser van een CD-recorder de gegevens brandt heeft zeer slechte reflecterende eigenschappen voor het rode licht van de laser die in een DVD-speler gebruikt wordt. Experimenten hebben uitgewezen dat de meeste CD-R's niet door DVD-spelers worden herkend!

Samenvatting

Te afsluiting van deze kennismaking met het verschijnsel DVD wordt in de tabel van figuur 5/20.1-7 een overzicht gegeven van de specificaties van CD en DVD.

20.1 DVD: een introductie

EIGENSCHAP	CD	DVD
DIAMETER SCHIJF	120 mm	120 mm
DIKTE SCHIJF	1,2 mm	1,2 mm
STRUCTUUR SCHIJF	ENKEL SUBSTRAAT VAN 1,2 mm	SINGLE SIDE, SINGLE LAYER: ENKEL SUBSTRAAT VAN 1,6 mm SINGLE SIDE, DUAL LAYER: TWEE GEBONDEN SUBTRATEN VAN 0,6 mm DUAL SIDE, DUAL LAYER: VIER GEBONDEN SUBSTRATEN
GOLFLENGTE LICHT	780 nm (INFRAROOD)	650 EN 635 nm (ROOD)
NUMERIEKE APERTUUR	0,45	0,60
DIAMETER LICHTSPOT	1,0 μm	0,63 μm
FOCUS DIEPTE	1,0 μm	0,47 μm
REFLECTIECOEFFICIENT	70 %	70 % SINGLE LAYER 40 % DUAL LAYER
LENGTE PIT'S	0,83 μm MIMIMAAL 3,56 μm MAXIMAAL	0,40 μm MINIMAAL 1,87 μm MAXIMAAL SINGLE LAYER 2,13 μm MAXIMAAL DUAL LAYER
AFSTAND TUSSEN SPIRAALWINDINGEN	1,6 μm	0,74 μm
OMWENTELINGSSNELHEID	1,2 m/s	3,49 m/s
AANTAL DATA-DRAGERS	1	1, 2 OF 4
DATA CAPACITEIT	680 MB	DVD-5: 4,7 GB DVD-9: 8,5 GB DVD-10: 9,4 GB DVD-18: 17 GB
DATA-SNELHEID	1,411 MBit/s	10,08 MBit/s
CORRECTIE-METHODE	RS 8 BIT	RS-PC
CORRECTIE-BELASTING	25 %	13 %
SECTOR GROOTTE	2.048 (MODE 1) 2.352 (MODE 2)	2.048
VIDEO-CODERING	MPEG-1	MPEG-2
AUDIO-CODERING	LIN-PCM 16 BIT BIJ 44,1 kHz	LIN-PCM 24 BIT BIJ 96 kHz DOLBY SURROUND: AC-3 5.1 FORMAAT MPEG-2: 5.1 OF 7.1 FORMAAT
AANTAL AUDIO-KANALEN	2	8 x LIN-PCM 3 x DOLBY AC-3 3 x MPEG-2 AUDIO
ONDERTITELING	2 TALEN	32 TALEN
FILE-FORMAAT	ISO-9660	ISO-9660, MICRO UDF

Figuur 5/20.1-7: Vergelijking van de specificaties van CD en DVD.

5/20.2

DVD formaten en hun specificaties

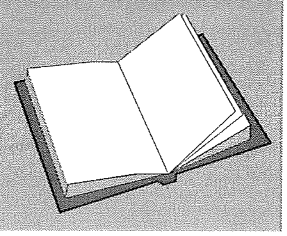
Inleiding

Een grote chaos
In 1996, toen de CD-R nog niet eens aan de opmars was begonnen, werd DVD-Video gelanceerd in samenwerking met enkele kopstukken uit de filmwereld en elektronicaconcerns. Het jaar daarop was chaotisch wat de DVD standaard betreft: in 1997 werden drie verschillende brandstandaarden in het leven geroepen. Twee door het DVD Forum (DVD-RAM en DVD-R) en één door een coalitie van zes grote bedrijven, die hun eigen standaard openbaarden (DVD+RW).
Op dit moment ondervindt u de gevolgen van die besluiten, want deze drie standaarden liggen nu in de winkel, maar hebben allemaal andere eigenschappen.
In dit hoofdstuk gaan wij een poging wagen orde in deze chaos te scheppen.

Het DVD Forum
Het DVD Forum werd in 1995 opgericht onder de toenmalige naam "DVD Consortium", door tien bedrijven: Hitachi, Matsushita (Panasonic), Mitsubishi, Pioneer, Philips, Sony, Thompson, Time Warner, Toshiba en Victor. Het is een internationale vereniging van hardware-producenten, softwarebedrijven en andere gebruikers van de Digital Versatile Disk (DVD). Het forum is opgezet om ideeën en informatie uit te wisselen over het DVD formaat en haar technische mogelijkheden, verbeteringen door te voeren en nieuwe mogelijkheden te implementeren. Het forum promoot de wereldwijde inburgering van DVD producten via entertainment, consumenten elektronica en de IT-industrie. Ook beheert het DVD Forum de logo's voor DVD-ROM, -Audio en -Video, waarvoor royalties betaald moeten worden. Leden van het forum zijn niet verplicht om één standaard te steunen en andere uit te sluiten. Naast DVD als videomedium wordt speciale aandacht gegeven aan het DVD-RAM en DVD-R(W) formaat.

De officiële standaarden
Op dit moment zijn er zes DVD formaten goedgekeurd door het DVD Forum:

LEES OOK:
Hoofdstuk 5/7.1
Hoofdstuk 5/9.1
Hoofdstuk 5/17.2
Hoofdstuk 5/19.1
Hoofdstuk 5/20.1



- DVD-ROM;
- DVD-Video;
- DVD-Audio;
- DVD-RAM;
- DVD-R;
- DVD-RW.

DVD-ROM

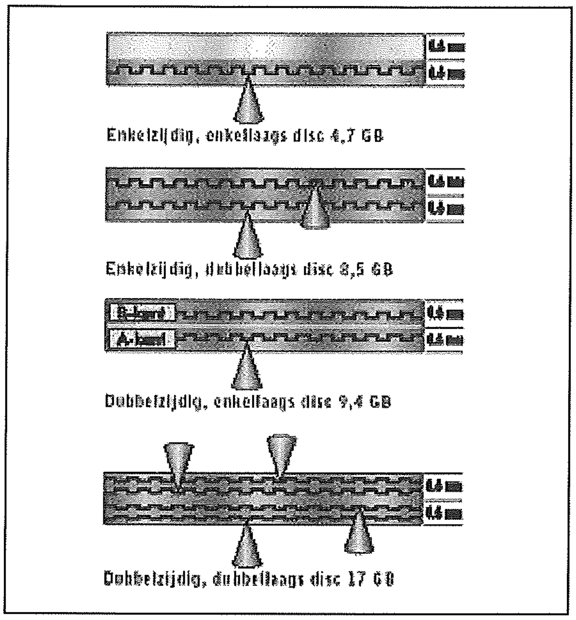
DVD-ROM is ontwikkeld als een medium voor het distribueren van computer- en videodata. Dit medium wordt vooral gebruikt bij voorbedrukte DVD's vanuit grote productiefabrieken. Er bestaan verschillende capaciteiten:

- DVD-5:
  single layer, single sided, 4,7 GB capaciteit
- DVD-10:
  single layer, double sided, 9,4 GB capaciteit
- DVD-9:
  dual layer, single sided, 8,5 GB capaciteit
- DVD-17:
  dual layer, double sided, 17 GB capaciteit

De dual layer wordt op dit moment nog niet echt gebruikt in productie omgevingen.
De structuur van deze vier DVD's is voorgesteld in figuur 5/20.2-1.

DVD-Video

DVD-Video is een distributiemedium voor films, gebaseerd op DVD-5. Een schijfje kan maximaal 133 minuten MPEG-2 video bevatten met meerdere audiokanalen. Dit medium is uitermate geschikt voor massaproductie doeleinden. Na wat vertragingen met het invoeren van regiocodes en de verschillen tussen NTSC en PAL is DVD-Video inmiddels doorgebroken als vervanger van de vroegere VHS-markt.



Figuur 5/20.2-1: Een doorsnede door de vier formaten DVD-ROM.

DVD-Audio

DVD-Audio is ook gebaseerd op DVD-5. DVD-Audio ondersteunt multi-kanaal geluid, 24 bit sampling met 192 kHz bandbreedte en multi-media opties. Dit formaat wordt inmiddels toegepast in consumenten DVD spelers. Vooral Sony is actief met dit formaat in zijn Super Audio Compact Disc (SACD) spelers, die allemaal DVD-Audio ondersteunen.

DVD-RAM

DVD-RAM (re-writable) is een verwijderbaar medium bedoeld voor de opslag van computerdata, archivering en backup. Op dit moment zijn de volgende media beschikbaar:

- single sided 2,6 GB;
- double sided 5,2 GB;
- single sided 4,7 GB;
- double sided 9,4 GB.

Op dit moment is DVD-RAM het beste formaat voor het bewaren van computerdata.

20.2 DVD formaten en hun specificaties

DVD-R
DVD-R is een write-once medium voor computerdata. Het medium is opgesplitst in twee formaten: Authoring (A) en General (G). Authoring wordt gebruikt voor professionele DVD-R applicaties, prototypen en het controleren van DVD-Video titels. General wordt gebruikt voor homevideo applicaties. Deze DVD's worden opgenomen met videorecording apparaten. Het formaat leent zich uitstekend voor het archiveren, zekerstellen en distribueren van computerdata.

DVD-RW
DVD-RW is een re-writable formaat dat een grote compatibiliteit heeft met DVD-R en DVD-ROM drives. Het formaat is bedacht ter vervanging van de videorecorder. Deze spelers kunnen ook DVD-Video afspelen en opnemen van de televisie.

De DVD+RW Alliantie
De DVD+RW Alliantie is een concurrerende groep van PC, optical storage en elektronica fabrikanten. De groep heeft tot doel om een universeel, compatible en herschrijfbaar DVD formaat te promoten om elektronica- en PC-apparatuur op elkaar aan te laten sluiten. De DVD+RW standaard is officieel niet door het DVD Forum erkend, maar heeft wel baat bij de algemene promotie van het forum voor DVD. De alliantie had bezwaren tegen de DVD-R(W) standaard zoals die door Pioneer voorgesteld werd en door het DVD Forum goedgekeurd. Volgens de Alliantie heeft het DVD+RW formaat voordelen op DVD-R(W). Zo zouden de fysieke parameters van DVD+RW compatibel zijn met die van DVD-ROM. De reflectie zit in dezelfde rangorde en de dichtheid is gelijk als een enkel laags DVD-ROM. Desondanks blijkt uit deze woorden dat 100 % compatibiliteit niet te garanderen. "In dezelfde rangorde" is immers niet helemaal hetzelfde.

DVD+RW
De DVD+RW Alliantie heeft dus een eigen DVD formaat op de markt gebracht: DVD+RW. Volgens de uitvinders garandeert dit formaat volledige uitwisselbaarheid met alle soorten DVD spelers. Het formaat is speciaal bedoeld om de huiskamer videorecorder te vervangen. Daardoor heeft het ook beperkingen. Zo worden alle opnamen achter elkaar op het schijfje gezet en kan alleen een opname zonder problemen vervangen worden als de nieuwe opname niet langer is dan de oude.

Onderscheidende kenmerken
Onderscheidende kenmerken van de formaten zijn:
- De beschrijfbaarheid en herschrijfbaarheid.
- Het schrijfproces.
- De wijze van formatteren, dat wil zeggen de wijze waarop het opslaggebied is verdeeld in segmenten en partities. De formattering helpt de DVD speler bij het snel vinden van een specifieke plaats op de DVD en het helpt de DVD recorder om gegevens zo efficiënt mogelijk op te slaan.
- De maximale opslagcapaciteit, die kan variëren van 2,6 GB tot 9,7 GB.

Compatibiliteit
Een belangrijk probleem! Als u een DVD speler of recorder koopt, dan wilt u er natuurlijk zeker van zijn dat dit apparaat alle formaten leest. Welnu, op dit moment is dat nog steeds een probleem.

20.2 DVD formaten en hun specificaties

DVD Disc Format	Type of DVD Unit											
	DVD Player		DVD-R(G)		DVD-R(A)		DVD-RAM		DVD-RW		DVD+RW	
	R	W	R	W	R	W	R	W	R	W	R	W
DVD-ROM	Yes	No	Yes	No	Yes	No	Yes	No	Yes	No	Yes	No
DVD-R(G)	Yes	No	Yes	Yes	Yes	No	Yes	No	Yes	Yes	Yes	No
DVD-R(A)	Yes	No	Yes	No	Yes	Yes	Yes	No	Yes	No	Yes	No
DVD-RAM	No	No	No	No	No	No	Yes	Yes	No	No	No	No
DVD-RW	Yes	No	Yes	Yes	Yes	No	Yes	No	Yes	Yes	Yes	No
DVD+RW	Yes	No	Yes	Yes	Yes	No	No	No	Yes	No	Yes	Yes
CD-R	No	No	No	No	No	No	Yes	No	Yes	Yes	Yes	Yes
CD-RW	No	No	No	No	No	No	Yes	No	Yes	Yes	Yes	Yes

Figuur 5/20.2-2: Een compatibiliteitslijst waaruit u kunt afleiden welke DVD-formaten door welke DVD-apparaten worden ondersteund.

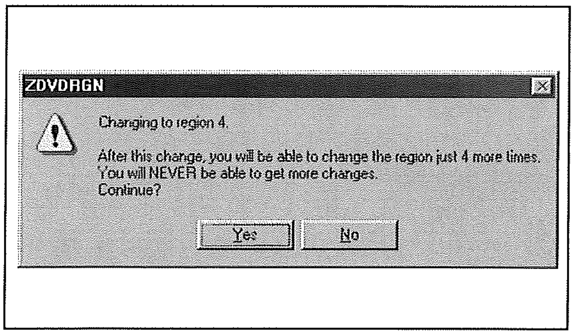
DVD-ROM schijfjes kunnen in vrijwel alle spelers worden afgespeeld. DVD-RAM was een kansrijk formaat voor computertoepassingen, maar lijkt door de ontwikkelingen te zijn ingehaald. De DVD-RW en DVD+RW formaten vormen twee concurrerende kampen. DVD's zijn niet zonder meer uitwisselbaar tussen beide kampen, tenzij de speler beide formaten ondersteunt. De DVD+RW is geschikter voor computertoepassingen, terwijl dit formaat net als de andere formaten geschikt is voor films. De DVD+RW lijkt anno 2003 het meest kansrijke formaat te zijn om de algemeen geaccepteerde standaard voor computertoepassingen te worden. Dit formaat wordt ondersteund door invloedrijke bedrijven als Microsoft, Dell, Hewlett-Packard, Mitsubishi, Philips, Ricoh, Sony, Thomson en Yamaha.
Om u een inzicht te geven in dit probleem hebben wij in de tabel van figuur 5/20.2-2 een volledige compatibiliteitslijst opgesteld, waar alle formaten en alle beschikbare DVD spelers en recorders tegen elkaar worden uitgezet. Zoals u ziet bestaat er geen enkele DVD-speler die alle formaten de baas kan!

Het probleem regiocode

Zoals u wellicht weet is er nog een tweede probleem dat het afspelen van een willekeurige DVD op een willekeurig apparaat in de weg staat: de regiocode. Een systeem dat werd ingevoerd onder druk van de grote filmmaatschappijen en dat moest verhinderen dat een Amerikaanse DVD-Video op een Europese DVD speler kon worden afgespeeld.
In principe kunnen alle DVD formaten zo'n regiocode bevatten. De standaard voor commerciële DVD spelers schrijft voor dat de spelers alleen DVD's met hun eigen regiocode mogen afspelen. Hierdoor kunnen de filmmaatschappijen, om commerciële en logistieke redenen, de vrijgave en prijzen van DVD's in

20.2 DVD formaten en hun specificaties

verschillende delen van de wereld beheersen. Veel moderne DVD spelers negeren echter de regiocode, of kunnen door middel van een eenvoudige ingreep regiovrij worden gemaakt.
Alle DVD spelers die na december 1999 verkocht zijn, moeten voldoen aan de normen van de RPC2 (Region Protection Code) die door de filmindustrie zijn vastgesteld. Bij DVD spelers die u in uw PC monteert en die aan de RPC2-normen voldoen, kunt u de DVD regiocode vijf keer wijzigen. Telkens als u de regiocode wijzigt, krijgt u een waarschuwing zoals afgebeeld in figuur 5/20.2-3 in beeld.

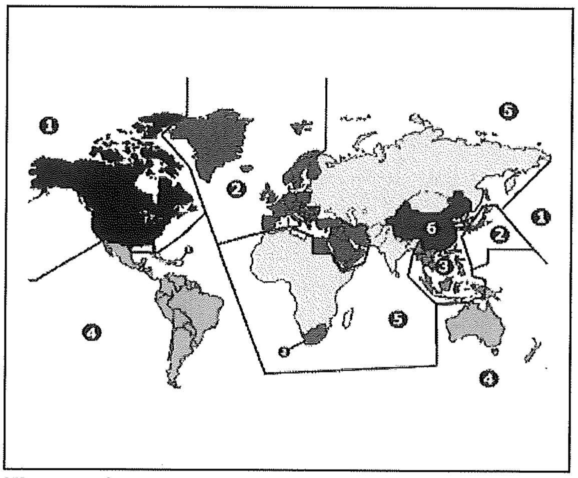


Figuur 5/20.2-3: Uw DVD speler in uw PC kan zijn interne regiocode vijf keer wijzigen.

Na de vijfde wijziging wordt de laatst ingestelde regiocode vastgehouden, welke niet meer kan worden gewijzigd.
Onze planeet is verdeeld in een zestal regiocodes die zijn ingedeeld zoals in figuur 5/20.2-4 is aangegeven.

- Regiocode 0:
  Afspeelbaar in alle regio's.
- Regiocode 1:
  Verenigde Staten, Canada.
- Regiocode 2:
  Europa, Groenland, Zuid Afrika, Lesotho, Swaziland, Japan, Egypte en het Midden-Oosten.
- Regiocode 3:
  Zuidoost Azië, Zuid Korea, Hong Kong, Indonesië, Philipijnen, Taiwan.
- Regiocode 4:
  Australië, Nieuw Zeeland, Mexico, Centraal Amerika, Zuid Amerika.
- Regiocode 5:
  Rusland, andere voormalige landen van de Sovjet-Unie, Oost-Europa, het Indiase werelddeel, Mongolië, Afrika.
- Regiocode 6:
  China.
- Regiocode 7:
  Gereserveerd voor toekomstig gebruik.
- Regiocode 8:
  Internationale gebieden zoals vliegtuigen, schepen, etc.

Er kwamen regio-0 spelers op de markt die elke schijf afspeelden. De filmmaatschappijen reageerden hierop door DVD schijven te maken die niet in regio-0 spelers kunnen worden afgespeeld.



Figuur 5/20.2-4: De regiocodes overzichtelijk in beeld gebracht.

Regional Code Enhancement
De regiocode kunt u inmiddels gemakkelijk kraken, het Internet staat vol met tip's hoe u dit kunt doen. Bovendien

worden er zogenaamde "regiovrije" DVD spelers aangeboden. Vandaar dat er een nieuwe systeem wordt ingevoerd. Voor het eind van 2003 zullen de Amerikaanse filmstudio's Warner Brothers en Columbia Tristar een nieuwe authorisatie-methode invoeren, zodat hun DVD videotitels niet gebruikt kunnen worden in combinatie met regiovrije DVD spelers.

De studio's noemen deze ontwikkeling "Regional Code Enhancement", oftewel RCE. De nieuwe DVD's testen bij het initialiseren of de speler inderdaad beperkt is tot een regiocode en geven anders geen film weer. In plaats van de film tonen de regiovrije DVD spelers een waarschuwing dat de DVD alleen voor niet gemodificeerde regio-1 spelers is bedoeld. Om de schijf af te kunnen spelen moet u dus een DVD speler hebben, die voor de specifieke regio is gemasterd. De eerste filmtitels met RCE zijn waarschijnlijk "The Perfect Storm" (Warner) en "The Patriot" (Columbia Tristar).

Verbetering?

Met name DVD-fans, die een High-End DVD speler hebben gekocht en deze daarna voor grof geld met een modificatie bevrijd hebben van de regiocode, zullen aan de komende "verbetering" van de regiocode geen plezier beleven: de meeste DVD's die in Europa verkocht worden missen het bonusmateriaal dat wel op de Amerikaanse DVD's is te vinden.

Het is nog onduidelijk in hoeverre de verscherping van de regiocode van toepassing is op DVD-ROM drives, die de regiocode niet intern vastleggen (RPC-I). Het is zowel mogelijk dat de RPC-I drives de met RCE "verbeterde" schijven niet afspelen als wel.

DVD-ROM

Inleiding

DVD-ROM (Read Only Memory) is een DVD formaat met een gelijkaardige technologie als die van de bekende DVD-Video, maar met een meer computervriendelijke bestandsstructuur. Het DVD-ROM formaat werd ontworpen om hetzelfde soort data te bevatten als de CD-ROM en wordt gebruikt in PC's. DVD-ROM's kunnen zeven maal zoveel data bevatten als CD-ROM's (4,7 GB in plaats van de 650 MB van de CD-ROM). DVD-ROM drives hebben een gemiddelde snelheid van 1,32 MB per seconde, maar er zijn drives op de markt met verschillende snelheden (net zoals bij CD-ROM drives) en ze worden aanzien als dé vervanger van de CD-ROM.

De technologie

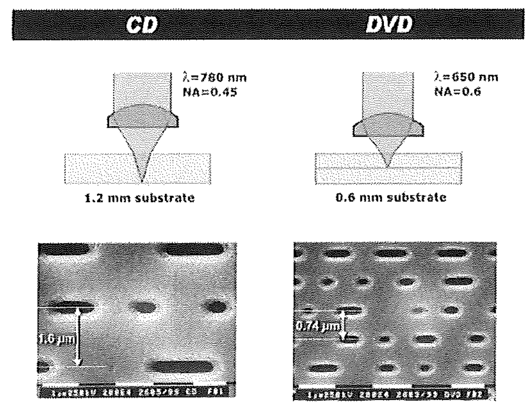
De DVD-ROM, de DVD-Video en de DVD-Audio werken technologisch hetzelfde als de standaard CD-ROM. Tijdens de fabricage wordt een stempel gebruikt om kleine putjes in de plastic schijf te drukken, waarmee een patroon van minuscule bergjes en dalletjes wordt gemaakt. De belangrijkste verschillen met een CD-ROM zijn de spoorbreedte, de ruimte tussen de putjes en hun afmeting. Vergeleken met de CD-ROM liggen de afzonderlijke gegevenssporen van een DVD-ROM twee keer zo dicht op elkaar, namelijk 0,74 µm in plaats van 1,6 µm. Dit resulteert in een enorme verhoging van opslagcapaciteit. DVD media bieden ook een hogere doorvoersnelheid. Iedere X op een CD-ROM staat voor een snelheid van 150 kilobit per seconde (kb/s), bij een DVD staat iedere X voor een snelheid van 1,38 megabit per seconde (Mb/s).

20.2 DVD formaten en hun specificaties

	DVD-AUDIO	SACD	CD
Techniek	Pulse Code Modulatie	Direct Stream Digital	Pulse Code Modulatie
Aantal bits	24	1	16
Quantizering (kHz)	192 (max)	64x44,1= 2,822 Mbit	44.1
Capaciteit	4,7 Gb - 17 Gb	4,7 Gb	0,65 Gb
Aantal kanalen	6 (96 kHz) of 2 (192 kHz)	6 (max)	2
Ondersteund door o.a.	Pioneer/Panasonic	Philips/Sony	alle merken
Compatibel met CDspeler	Nee	Ja	Ja

Figuur 5/20.2-6: Vergelijking van de specificaties van Audio-CD, SACD en DVD-Audio.

In figuur 5/20.2-5 is een verhelderend plaatje gegeven, waarmee u de structuur van een CD-ROM en een DVD-ROM mooi kunt vergelijken.



Figuur 5/20.2-5: Vergelijking tussen CD-ROM en DVD-ROM.

DVD-Video

Compatibel met DVD-ROM

Over dit formaat is niet zo erg veel op te merken. U kent het natuurlijk van de ontelbare films die op dit formaat worden aangeboden. Technisch gezien is de DVD-Video volledig compatibel met de DVD-ROM. U kunt een Video-DVD dus in alle DVD apparatuur afspelen, zoals in de huiskamer als in de PC.

DVD-Audio

Audio-CD, SACD en DVD-Audio

DVD-Audio, oftewel DVD-A is de tegenhanger van SACD (Super Audio-CD). Ook bij dit formaat wordt gebruik gemaakt van hoge resoluties, tot 24 bit en 192 kHz toe. Belangrijk verschil met de SACD is de flexibele omgang met data: in tegenstelling tot SACD zijn geen aparte stereo/multichannel laagjes nodig, alle mogelijkheden zijn in principe op hetzelfde schijfje voorhanden. Dit betekent dat DVD-A plaatjes in iedere DVD-Video speler minimaal CD kwaliteit in stereo leveren. Maar voor hoge resoluties (en daar gaat het natuurlijk om) is een DVD-Audio speler nodig. U raadt het al: SACD en DVD-A zijn niet compatibel.

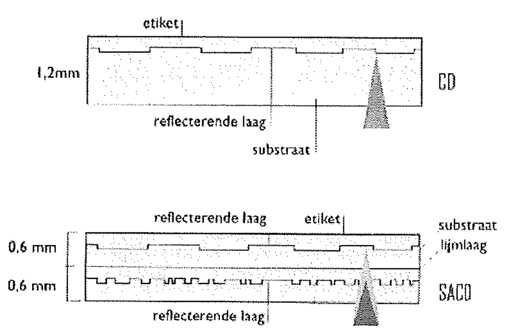
De belangrijkste verschillen tussen CD, DVD-Audio en SACD zijn samengevat in de tabel van figuur 5/20.2-6.

Er bestaat dus een technisch verschil in de manier van opname tussen SACD en DVD-Audio. De basis van het schijfje is gelijk aan een standaard enkellaags DVD, maar de digitaliseringstechniek verschilt. Daardoor kan een SACD ook niet op een DVD-Audio speler afgespeeld worden en omgekeerd.

Een SACD kan, in tegenstelling tot een DVD-Audio, wel afgespeeld worden op

20.2 DVD formaten en hun specificaties

een normale CD speler. Dit geeft geen kwaliteitsverbetering, maar het kan. Dat komt omdat de SACD met een twee laags principe werkt, zie figuur 5/20.2-7. Op de ene laag staat de muziek in SACD kwaliteit. Deze laag kan alleen door SACD spelers benaderd worden. Op de andere laag staat de muziek gewoon in CD kwaliteit. Deze laag kan uiteraard door iedere CD of DVD speler benaderd worden.



Figuur 5/20.2-7: Het verschil in lagenstructuur tussen SACD en DVD-Audio.

Extra opties

DVD-Audio schijfjes bieden tevens de mogelijkheid om extra informatie in de vorm van Audio Text Data (ATD) en Real Time Text (RTT) op te nemen. ATD geeft informatie over componisten, programma, artiesten en dergelijke. RTT geeft informatie synchroon aan de geluidsweergave, zoals songteksten, libretto's en karaoke.

Ook stilstaande beelden kunnen weergegeven worden. Dit zijn MPEG1 frames. De spelers beschikken over een buffergeheugen waar zestien beelden in opgeslagen kunnen worden. Door dit aparte geheugen wordt de weergave van het geluid niet verstoord als de gebruiker een beeld opvraagt.

Zes kanalen

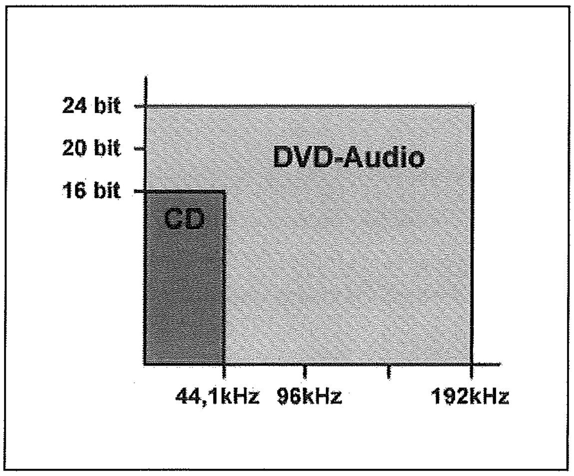
De DVD-Audio standaard kan in allerlei variaties opgenomen worden. De meest voorkomende zullen tweekanaals stereo met de hoogste bemonsteringsfrequentie van 192 kHz bij 24 bit zijn en de vijfkanaals uitvoeringen op 48/24 of 96/24.
Opvallend en belangrijk bij DVD-Audio zijn daarom de aansluitingen. Vaak wordt er aangenomen dat het aansluiten via een digitale kabel naar de 5.1 versterker voldoende is. Dat is echter niet zo, want de DVD-Audio specificatie schrijft niet maximaal 5.1 voor, maar maximaal zes full-range kanalen. Tevens kunnen de huidige versterkers niet overweg met het 192 kHz signaal dat op een DVD-Audio aanwezig kan zijn.
Daarom wordt een DVD-Audio speler met zes kabels aangesloten op de 5.1 ingang van de versterker. Een aardige oplossing is dan om gewoon drie stereoversterkers te gebruiken.

Betere kwaliteit

DVD-Audio maakt, evenals de Audio-CD, gebruik van de PCM codering (Pulse Code Modulation). Dit betekent dat het analoge geluidssignaal zonder enige tussenbewerking rechtstreeks wordt omgezet in een digitaal signaal.
Bij de Audio-CD gebeurt dit omzetten 44.100 keer per seconde. We praten dan over een sampling frequentie van 44,1 kHz. Het gemeten analoge signaal wordt vertaald naar een binair getal bestaande uit 16 nullen of enen. Dit noemen we een resolutie van 16 bit. Bij 16 bit zijn er $2^{16} = 65.536$ mogelijke waarden om het analoge signaal naar een digitale code om te zetten.

20.2 DVD formaten en hun specificaties

DVD-Audio werkt volgens hetzelfde principe, alleen zijn de sampling frequentie en de resolutie drastisch verhoogd. Bij DVD-Audio is de sampling frequentie van stereo geluid maximaal 192 kHz, dat is ruim vier maal zoveel als bij CD. De resolutie is verhoogd naar maximaal 24 bit en dat is maar liefst 256 keer beter dan bij CD. Het voordeel van deze verhogingen is dat het analoge signaal veel nauwkeuriger vertaald kan worden in een digitaal signaal, wat theoretisch een betere geluidskwaliteit betekent. In figuur 5/20.2-8 is het een en ander naast elkaar gezet.



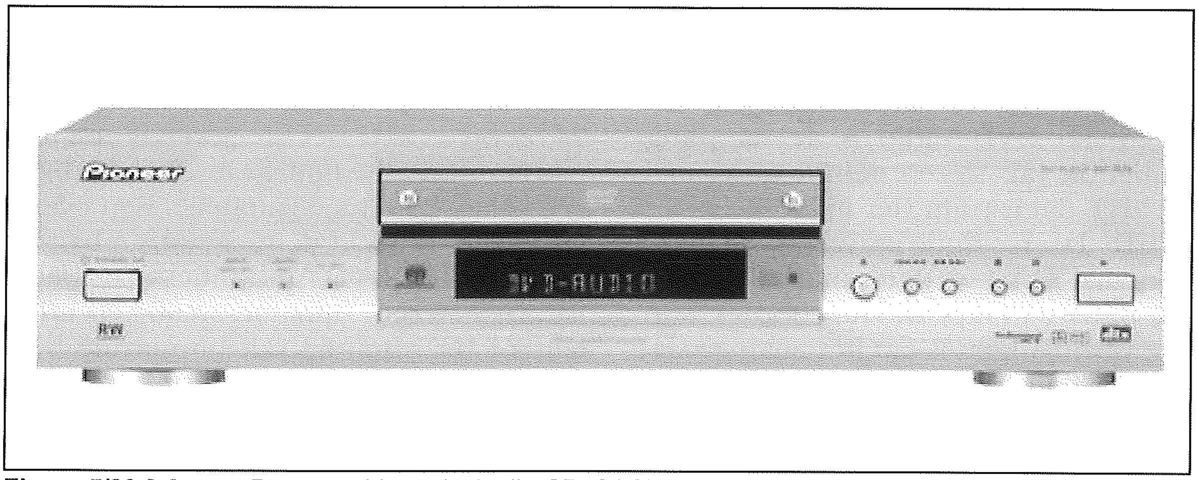
Figuur 5/20.2-8: Kwaliteitsverschil tussen Audio-CD en DVD-Audio.

Compressie
De hogere sampling frequentie en resolutie van DVD-Audio betekent dat meer opslagruimte voor al die digitale data op de schijf nodig is. De opslagcapaciteit van de CD is met zijn 650 MB te beperkt. Bij DVD-Audio is de opslagcapaciteit, net als bij DVD-Video, maximaal 8,5 GB. De bandbreedte voor het doorgeven van de data is bij DVD-Audio verhoogd tot maximaal 9,6 Mb/s. Ter vergelijking: bij DVD-Video is de bandbreedte voor het audiogedeelte 6,144 Mb/s en bij CD slechts 1,4 Mb/s. Om een zeskanaals (5.1) audiosignaal met een resolutie van 24 bit op 96 kHz weer te geven is een totale bandbreedte nodig van 13,824 Mb/s (96 kHz x 24 bit x 6 kanalen). Een overschrijding dus van de toegewezen bandbreedte. Een DVD-Audio met een tweekanaals (stereo) opname op 96 kHz met een 24 bit resolutie valt binnen de beschikbare bandbreedte (9,216 Mb/s versus 9,6 Mb/s). Omdat de opslagruimte op de DVD-Audio schijf en de bandbreedte beide dus niet altijd toereikend zijn, wordt het geluid gecomprimeerd opgeslagen.

Pioneer DV-747A
Audio-CD, DVD-Audio en SACD speler
Diverse fabrikanten brengen op dit moment audiospelers op de markt, die zowel Audio-CD's, SACD's en DVD-Audio's kunnen afspelen. Een typisch voorbeeld in de Pioneer DV-747A, zie figuur 5/20.2-9.
Enkele belangrijke specificaties:
- 192 kHz/24 bit dubbele D/A-omzetter;
- symmetrisch en onafhankelijk audiocircuitdesign;
- ingebouwde DD/DTS/MPEG-decoder;
- R-Core vermogenstransformator;
- Hi-bit conversie (16 bit naar 24 bit).

De achterkant biedt de nodige aansluitingen als:
- twee x scart;
- control in en uit;
- digital out coaxial;
- digital out optical;
- Component Progressive (NTSC) uitgang;
- acht audio uitgangen (stereo front + 5.1 decoder);

20.2 DVD formaten en hun specificaties



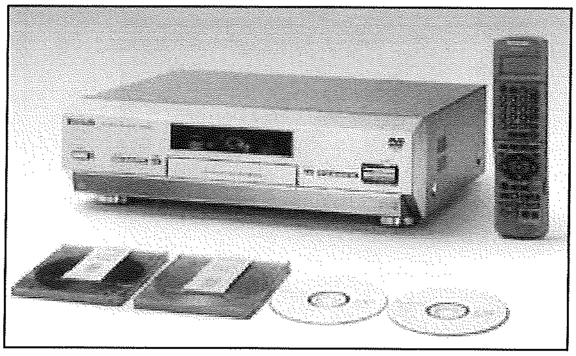
Figuur 5/20.2-9: De gecombineerde Audio-CD, SACD en DVD-Audio speler van Pioneer.

- twee S-Video uitgangen;
- twee video uitgangen.

DVD-RAM

Inleiding

DVD-RAM werd reeds in 1997 geïntroduceerd, waarmee de basis voor de eerste DVD branders werd gelegd. Grote namen als Panasonic, Toshiba en Hitachi hebben deze standaard geadopteerd. De toenmalige DVD-RAM schijfjes met een opslagcapaciteit van 2,6 GB per zijde zaten in een stevig plastic omhulsel dat iets weg had van een diskette, zie figuur 5/20.2-10. Dat was ook meteen het nadeel van die standaard, want DVD-RAM was door het omhulsel nergens mee compatible. Prima geschikt als backup medium, maar daar bleef het bij. DVD-RAM was zo goed als dood, toen midden 2000 versie 2.0 werd aangekondigd. Dit medium had ruimte voor 4,7 GB per zijde (dus 9,4 GB dubbelzijdig), kon uit de cartridge gehaald worden en bood veel meer compatibiliteit. DVD-RAM heeft het unieke kenmerk dat het schijfje standaard 100.000 keer herschrijfbaar en tot op de dag van vandaag de grootste capaciteit biedt.



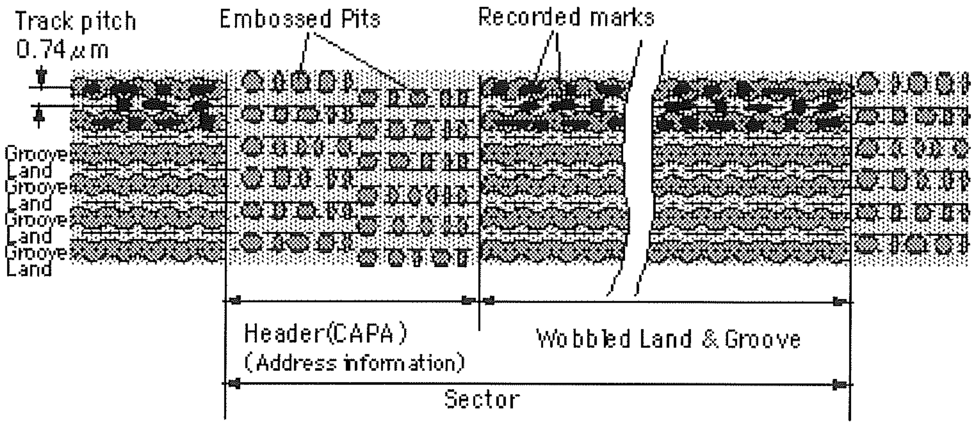
Figuur 5/20.2-10: Een stand-alone DVD-RAM speler met op de voorgrond de schijfjes in en uit de cartridge.

PC-compatibel

De DVD-RAM technologie is de enige DVD technologie die oorspronkelijk is ontwikkeld voor de opslag van PC gegevens. Gegevens kunnen op elk moment van dit medium worden gewist, waardoor het weer opnieuw kan worden gebruikt.

DVD-RAM schijfjes zijn in sectoren verdeeld (de opnamelaag van de disk wordt fysiek onderverdeeld).

20.2 DVD formaten en hun specificaties

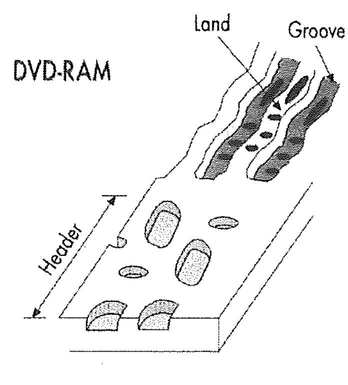


Figuur 5/20.2-12: De sectoren op het oppervlak van een DVD-RAM, met ieder hun eigen header met de adresinformatie.

Deze verdeling doet sterk denken aan de manier waarop de conventionele harde schijf gegevens organiseert. De sectoren zijn zó verdeeld dat de beschikbare opslagruimte ten volle wordt benut. Daarnaast wordt er ook snel toegang verschaft tot alle bestanden, zodat de schijf geschikt is voor dataverwerking in toepassingen.

Oppervlaktestructuur

DVD-RAM maakt gebruik van de "Wobbled Land and Groove" schrijfmethode, zie figuur 5/20.2-11. Het dataspoor is niet spiraalvormig maar maakt, net zoals een harde schijf, gebruikt van concentrische sectoren. Iedere sector wordt in de fabriek voorzien van een adresseringszône, de header, waarin de zogenaamde "Embossed Pits" worden geperst. Deze pits kennen aan iedere sector op de schijf een uniek sectornummer toe. Het "Wobbled" slaat op het feit dat de groeven zijn gemoduleerd met een HF-signaal dat wordt gebruikt voor de timing en synchronisatie bij het schrijven en lezen. De gegevens worden zowel op de "lands" als in de "grooves" opgeslagen. Dit feit maakt een DVD-RAM voor bijna alle DVD lezers ronduit onleesbaar, omdat de gegevens daar alleen in de grooves en niet op de lands kunnen worden gelezen. Het zogenaamde RAM-read zal hiervoor in de toekomst een oplossing bieden, zodat tenminste de met deze feature uitgevoerde DVD stations de DVD-RAM's probleemloos kunnen lezen.



Figuur 5/20.2-11: De oppervlaktestructuur van een DVD-RAM.

In figuur 5/20.2-12 is nog eens duidelijk aangegeven hoe de gegevens op het oppervlak van de schijf worden georganiseerd.

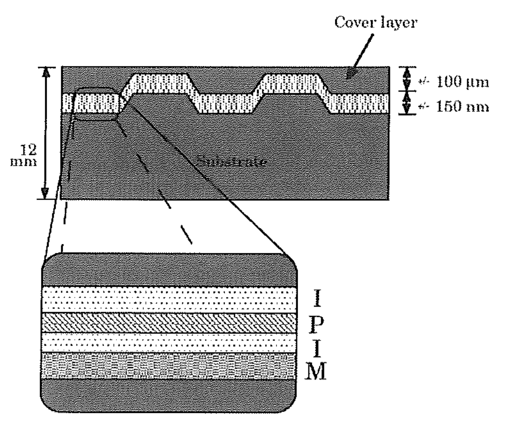
Phase Change Recording

Bij het schrijven van gegevens op het schijfje wordt gebruik gemaakt van "Phase Change Technology", gecombineerd met magneto-optische processen.

Bij deze manier van wegschrijven van gegevens is de onderlaag transparant met daarin geïntegreerde opname- en reflectielagen. Een doorsnede door een DVD-RAM is getekend in figuur 5/20.2-13.

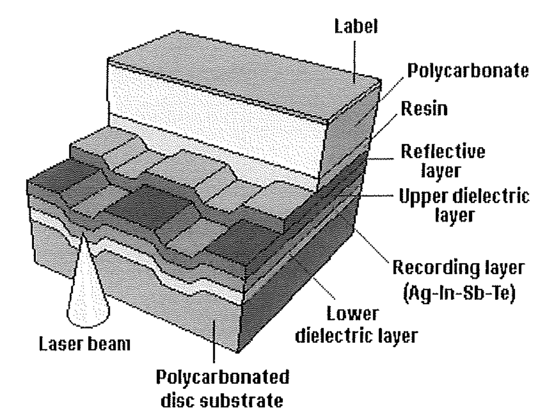
De recorderlaag bestaat uit een sandwich van vier uiterst dunne lagen, die de "IPIM layer stack" wordt genoemd. Deze opnamelaag is uit vier delen opgebouwd, van boven naar onder:

- de eerste diëlektrische interferentie laag I;
- de phase change laag P;
- de tweede diëlektrische interferentie laag I;
- de koelende metalen laag M.



Figuur 5/20.2-13: De samenstelling van de gevoelige laag bij een DVD-RAM.

Hoe deze vier lagen in de DVD-RAM zijn geïntegreerd volgt uit figuur 5/20.2-14.



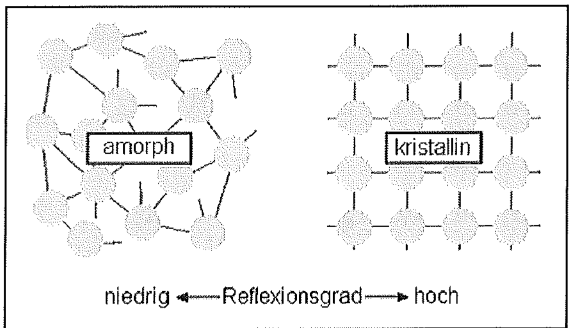
Figuur 5/20.2-14: De integratie van de vier lagen in de DVD-RAM schijf.

De werking berust op het natuurkundige gegeven dat men door middel van opwarming de eigenschappen van de P-laag dramatisch kan veranderen. In de ene toestand is zij tamelijk reflecterend, in de andere toestand reflecteert zij minimaal. Het wis- en brandproces noemt men "multi-pulse recording". Als de laser met een zwakke straal de phase change laag P verhit tot ongeveer 200 °C dan worden de zich daarin bevindende atomen kristallijn geordend. Dit heeft tot gevolg dat het materiaal de maximaal haalbare reflectiegraad bereikt.

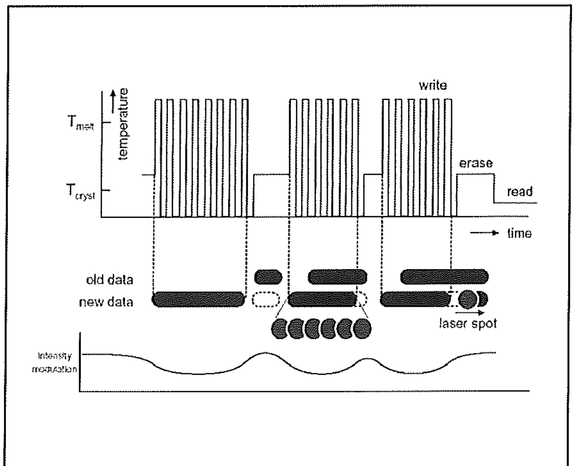
Koelt het medium nu langzaam af dan blijft deze toestand behouden. Bij de tweede arbeidsgang wordt de laserstraal aanzienlijk versterkt, zodat de P-laag tot maximaal 700 °C wordt verhit. De door deze hitte in beweging gezette atomen van de phase change laag P worden hierdoor in wanordelijke toestand gebracht. Men noemt dit de amorfe toestand. De twee diëlektrische lagen en de metalen laag onttrekken de in de lege-

20.2 DVD formaten en hun specificaties

ring ontstane warmte en na afkoeling blijft deze amorfe toestand bewaard. Het reflectievermogen neemt op dat moment sterk af. In figuur 5/20.2-15 zijn deze twee moleculaire toestanden van de P-laag voorgesteld.



Figuur 5/20.2-15: De twee fysische toestanden van de P-laag.



Figuur 5/20.2-16: Het wissen, beschrijven en uitlezen van een DVD-RAM met een hoogvermogen schrijflaser.

De op deze manier verkregen gebieden van hoge en lage reflectiegraden komen overeen met de volgorde van de pit's en land's die de digitale informatie op normale DVD's bevatten.
Om oververhitting van de P-laag te verhinderen wordt de laser gemoduleerd, dus aan- en uitgeschakeld. Het proces is voorgesteld in figuur 5/20.2-16. U ziet duidelijk hoe de nieuwe gegevens worden geschreven met een sterke laserstraal (write) en hoe de te wissen oude gegevens worden gewist met een veel zwakkere straal (erase). Ter verduidelijking staat in de grafiek ook nog eens aangegeven met wat voor intensiteit de gegevens worden gelezen (read). De intensiteit van de laser wordt bij het lezen dus tot een minimale waarde teruggebracht.

Time Slip functie:
opnemen en afspelen

DVD-RAM is het enige optisch formaat waarmee u tegelijkertijd kunt opnemen en afspelen. Met de functie Time Slip kunt u een programma steeds bekijken, zelfs als u een ander programma aan het opnemen bent. U hebt ook alle controle over functies zoals fast forward, rewind en pause tijdens het opnemen en afspelen.
U kunt bijvoorbeeld beginnen kijken naar het eerste gedeelte van een programma dat u aan het opnemen bent, terwijl de rest van het programma wordt opgenomen. Met een druk op de Time Slip toets kunt u een scène bekijken die 30 seconden daarvoor werd opgenomen.

Schrijfsnelheid DVD-RAM

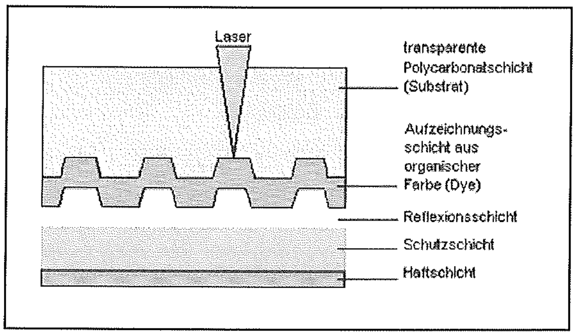
De maximale snelheid waarmee de DVD rewriter informatie naar een DVD-RAM kan wegschrijven wordt aangeduid in kilobit per seconde en heeft als eenheid 1.350 kb/s. Men heeft echter "opgevoerde" branders ontwikkeld die sneller gaan. Zo staat bijvoorbeeld 2x voor een snelheid van 2 x 1.350 = 2.700 kb/s en 4x voor 4 x 1.350 = 5.400 kb/s.

Afgeschreven?
Ondanks het feit dat veel mensen DVD-RAM al hebben afgeschreven, heeft het medium zeker voordelen. Het feit dat er een cartridge om de schijf heen zit komt zeker ten goede aan de levensduur aangezien de kans op beschadigingen en vingerafdrukken klein is. Ook is de capaciteit momenteel nog onovertroffen. Bovendien is DVD-RAM te gebruiken als een extra harde schijf, doordat het te allen tijde (random access) beschikbaar is. Er verschijnt ook daadwerkelijk in het Explorer-venster van uw PC een extra schijf waar bestanden naar te slepen, of zelfs direct te verwijderen zijn. Dergelijk gebruikersgemak is door de andere DVD standaarden nog niet geëvenaard. Bovendien kunnen de huidige DVD-RAM schijfjes ook uit de cartridge gehaald worden en eventueel op DVD spelers worden afgespeeld.

DVD-R

Inleiding
Men spreekt vaak over "DVD min R". Niet omdat men deze naam zo fraai vindt, maar om het verschil aan te duiden met DVD+R. Na goedkeuring van DVD-RAM gaf het DVD Forum ook het startsein voor DVD-R, dat destijds verkozen was als de allround write-once standaard. Pioneer was de grondlegger voor deze nieuwe standaard, die in tegenstelling tot DVD-RAM was bedoeld voor het eenmalig wegschrijven van gegevens. In oktober 1997 had Pioneer al de eerste DVD-R samples klaar, gebaseerd op schijfjes van 3,9 GB en een brander met een 635 nanometer laser.
DVD-R (Recordable) is een WORM type DVD formaat, een letterwoord dat staat voor "write once, read many", dat de gebruiker toelaat om éénmalig op de schijf op te nemen. Een moderne DVD-R heeft een opslagcapaciteit van 4,7 GB. De DVD-R kan als de grotere uitvoering van de CD-R worden beschouwd. Omdat de specificaties van een opgenomen schijfje min of meer identiek zijn aan die van een DVD-ROM schijfje, kan DVD-R worden gelezen door een groot aantal standaard DVD spelers en DVD-ROM stations.

Schrijven van gegevens in het dye
Bij de DVD-R wordt gebruik gemaakt van een organische kleurstoftechniek. In de DVD zit een dunne organische kleurstoflaag die "dye" wordt genoemd. Door de kleurstof met een laser te verhitten wordt deze donkerder. Dat geeft dan een zwakkere reflectie die digitaal voor 1 staat. Een goede reflectie van het niet bestraalde materiaal staat voor een 0. In figuur 5/20.2-17 is een doorsnede door een DVD-R getekend.



Figuur 5/20.2-17: De plaats van het dye in de samenstelling van een DVD-R.

De kleur van een DVD-R wordt bepaald door het soort dye dat door de fabrikant wordt toegepast. Deze basiskleur van het dye wordt veranderd wanneer de reflectielaag (goud of zilver) toegevoegd word. Sommige van de dye-reflecteren-

20.2 DVD formaten en hun specificaties

de coatings zijn groen, sommige blauw en andere geel/goud. Visuele verschillen tussen de verschillende types hebben geen invloed op hun werking.
Op een golflengte van 780 nm, waar CD en DV recorders beginnen te werken, is het medium voor alle doeleinden en operaties niet te onderscheiden vanuit het optisch opnamestandpunt.
De goudgekleurde DVD-R's gebruiken een phtalocyanine pigment en een gouden reflectielaag. Omdat het pigment van de dye transparant is schijnt de gouden reflectielaag door de bodem en geeft het schijfje een gouden uitzicht. Vergelijken we dit met de anders gekleurde typen dan is de reflectiewaarde van de goudkleurige DVD's het best. De houdbaarheid van zulke DVD's wordt over de honderd jaar geschat. In de tabel van figuur 5/20.2-18 wordt een overzicht gegeven van de vaakst toegepaste dye's met hun kleuren.

Type	Materiaal	kleur	Fabrikant
0	Cyanine	Groen Blauw	MAN Corp. Italy CMC Magnetics Corporation Fornet International Pte Ltd. Fuji Photo Film Co, Ltd Gigastorage Corporation Lead Data Inc. Mitsubishi Chemicals Corporation Ritek Co. Taiyo Yuden Company Limited TDK Corporation Xcitek Inc.
1	Cyanine	Groen Blauw	Hitachi Maxell, Ltd. Multi Media Masters & Machinary SA Pioneer Video Corporation Taiyo Yuden Company Limited
3	Cyanine	Groen	Pioneer Video Corporation
4	Cyanine	Groen	Computer Support Italy S.R.L Postech Corp.
5	PhtaloCyanine	Goud	Kodak Japan Limited Mitsui Chemicals Ritek Co.
6	PhtaloCyanine	Goud	Ricoh Company Limited
7	PhtaloCyanine	Goud	Kodak Japan Limited
8	Cyanine	Groen Blauw	CDA - Dateträger Albrechts GmbH Princo Corporation
	PhtaloCyanine	Goud	Princo Corporation
9	Cyanine	Blauw	Prodisc Technology Inc.
	PhtaloCyanine	Goud	Prodisc Technology Inc.

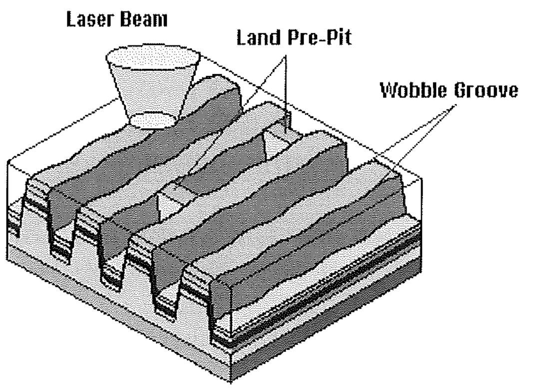
Figuur 5/20.2-18: Een overzicht van de vaakst toegepaste dye-materialen.

Lange termijn betrouwbaarheid
Er is nogal wat geschreven over de lange termijn betrouwbaarheid van DVD-R's. Als het om het aantasten van de aluminiumlaag gaat, speelt ook de kwaliteit van het dye een belangrijke rol. Onder invloed van licht, warmte en vuil kunnen de donkere delen die de data weergeven vervagen en in dat geval zal de informatie verloren gaan. Een goede kwaliteit dye staat borg voor goed leesbare gegevens en dat is natuurlijk belangrijk als gegevens lange tijd wilt bewaren op uw DVD-R's.
Volgens specialisten in pthalocyanine zonder meer het best. De belangrijkste eigenschappen hiervan zijn:
- de langste levensduur van alle fotogevoelige dye's;
- het meest transparant, de hoogste reflectie;
- een schonere branding van de laser, dus beter gedefinieerde gegevens.

Praktisch nadeel van pthalocyanine is dat het ook het duurst is en dat is de reden dat er nauwelijks DVD-R producenten zijn die deze grondstof gebruiken.
Daarmee is meteen een belangrijk punt aangeroerd voor de consument die graag een goede DVD-R wil kopen. Het tijdschrift PC-Active, dat het onderwerp "CD-rot" onlangs fors aanzwengelde, kon wat dat betreft geen gericht advies geven. Het bleek niet per definitie zo dat DVD-R's voorzien van deze grondstof de beste lange termijn stabiliteit hadden.

De technologie
Iedere DVD-R is voorzien van een spiraalvormig spoor dat de schrijflaser via een optische techniek in het juiste spoor houdt. Deze groef wordt ook nu voorzien van een "wobble", dus een HF-signaal dat zorgt voor de synchroni-

satie. De gegevens worden geschreven in de groeven, de lands bevatten "Land Pre-Pits" waarin de adresgegevens zijn verwerkt. Het schrijf- en leesproces kan dus worden voorgesteld zoals getekend in figuur 5/20.2-19.



Figuur 5/20.2-19: Het schrijf- en leesproces bij een DVD-R.

Schrijfsystemen
DVD-R's kunt u op twee manieren beschrijven:

- Disc-at-once:
  Bij deze methode wordt de volledige inhoud van de DVD-R in één keer in het schijfje gebrand. Eerst wordt de lead-in geschreven, dan de gegevens en tot slot de lead-out. Dit proces wijkt dus af van het schrijfsysteem bij CD-R, waar immers eerst de gegevens worden geschreven en nadien de lead-in en -out.
- Incremental writing:
  Bij dit systeem kunt u verschillende blokken met gegevens op verschillende momenten op de DVD-R branden. Zelfs een minimale hoeveelheid gegevens neemt bij deze methode 32 kB in beslag. Na een incremental write word geen lead-in en -out geschreven. Het gevolg is dat zo'n niet-complete DVD-R alleen door de DVD brander kan worden gelezen, maar niet door een gewone DVD lezer.

Als alle gegevens op het schijfje staan wordt de DVD-R gefinaliseerd, waarbij het brandprogramma automatisch de lead-in en lead-out schrijft. Nadien is het niet meer mogelijk gegevens bij te voegen. Het voordeel is wel dat zo'n gefinaliseerde DVD-R ook door een gewone DVD lezer kan worden uitgelezen.

DVD-R versie 2
In mei 2000 legde het DVD Forum de specificaties vast van "DVD-R version 2". Dit formaat kan maximaal 4,7 GB data bevatten. Daarnaast werd het formaat gesplitst in:
- DVD-R for Authoring;
- DVD-R for General.

De DVD-R(A) ondersteunt wat wordt genoemd "Cutting Master Format". Dit is een systeem dat in de professionele studio's wordt toegepast bij het masteren van het opgenomen materiaal. De voornaamste eigenschap van het DVD-R(G) formaat is het toepassen van beveiligingstechnieken waardoor het onmogelijk wordt een bit-naar-bit kopie van het schijfje te maken.
DVD-R(A) en DVD-R(G) gebruiken lasers met verschillende golflengtes voor het schrijven. Het eerstgenoemde formaat werkt op 635 nm, het laatstgenoemde met 650 nm. Voor het lezen van de schijfjes heeft dit echter geen consequenties.

Schrijfsnelheid DVD-R
Een DVD-R kan op dit moment op 4x snelheid worden gebrand, wat in de praktijk neerkomt op 5.400 kb/s. Een

20.2 DVD formaten en hun specificaties

4,7 GB schijfje zal in zo'n vijftien minuten tot het laatste bit vol worden geschreven.

DVD-RW

Inleiding
DVD-RW is een herschrijfbaar DVD-medium dat ontwikkeld werd als uitbreiding van de CD-RW technologie en dat tot 1.000 keer opnieuw beschreven kan worden. DVD-RW verhoudt zich grotendeels tot DVD-R zoals CD-RW zich verhoudt tot CD-R. Net als bij de CD-R zijn de specificaties van DVD-RW min of meer identiek aan die van DVD-ROM, waardoor DVD-RW schijfjes door een groot aantal standaard DVD spelers en DVD-ROM stations kunnen worden gelezen.
Het gebruikte schrijfproces is met name geschikt voor de snelle doorvoer van grote opeenvolgende bestanden (een hele film, een geheel concert). DVD-RW apparaten kunnen in twee verschillende standen worden gezet: met constante bitsnelheid en met variabele bitsnelheid. Het belangrijkste verschil ligt in de gegevensstroom, die door een specifiek algoritme wordt gecontroleerd. Zonder in te gaan op gecompliceerde technische details, kunnen we in het kort zeggen dat de gekozen stand effect heeft op de beeldkwaliteit en de maximale opnametijd.
Daarnaast heeft het gebruik van de constante bitsnelheid bij professionele video-verwerking bepaalde voordelen op het gebied van het snijden, hergebruik en veranderen van de volgorde. De prijs die voor deze voordelen moeten worden betaald, zijn beperkingen in de uitwisselbaarheid en beschikbaarheid van de gegevens gedurende dit proces.

Belangrijkste karakteristieken
De DVD-RW heeft een datacapaciteit van 4,7 GB en een grootte van 12 cm. DVD-RW maakt gebruik van het DVD-R formaat als basis en kan ongeveer 1.000 maal herschreven worden. Omdat het DVD-RW een ongeveer identieke opnamemethode toepast als deze van een "alleen spelen" DVD-Video schijf, kan het volledig compatibel worden gemaakt voor uitwisseling met DVD-Video. De DVD-RW past de opnamemethode van het Video Recording Format toe, een specificatie die werd goedgekeurd door het DVD Forum. Dit formaat maakt gebruik van de MPEG compressietechniek, met als gevolg hoge kwaliteits en real-time signaalopnames en biedt bovendien verschillende bewerkingsfuncties.

Het principe
Net zoals DVD-RAM maakt DVD-RW gebruik van de reeds beschreven "Phase Changing Technology". Hierin schuilt dus het grote verschil met de DVD-R.

Compatibiliteit
Vergeleken met DVD-R is de compatibiliteit van een DVD-RW schijfje aanzienlijk lager. De DVD-RW met een huidige capaciteit van 4,7 GB beschikt over ongeveer dezelfde reflectiegraad als een DVD-9. Vele typen stations verwisselen daardoor beide mediatypen en proberen tevergeefs op een éénlaags DVD-RW een tweede laag te vinden. Een firmware upgrade zou dit probleem in de toekomst oplossen.

DVR+R

Inleiding
Evenals de DVD-R, is de DVD+R een medium dat maar eenmaal kan worden be-

schreven. Het formaat wordt gesteund door een specifieke groep bedrijven, waaronder Sony, Philips, Yamaha, Ricoh en Hewlett-Packard.
DVD+R kan, net zoals DVD-R, worden gebruikt voor toepassingen waar grote hoeveelheden gegevens in één keer moeten worden gekopieerd of worden opgenomen. DVD+R biedt de mogelijkheid om in meer sessies op te nemen en de schijfjes kunnen worden afgespeeld in een brede reeks van apparaten, waaronder de populaire DVD spelers. DVD+R's kunnen echter alleen worden beschreven in speciale DVD+R drives.

Maximale schrijfsnelheid
DVD+R kan op dit moment worden beschreven met een factor 2,4, dus zo'n 3.240 kb/s.

Verschillen tussen DVD-R en DVD+R
Tussen DVD-R en DVD+R zit geen groot verschil, enkel dat de DVD+R schijfjes momenteel iets duurder zijn. DVD-R en DVD+R zijn beide goed voor het maken van films, maar een keuze maken tussen die twee wordt moeilijk. De consument zal uiteindelijk wel de beslissing moeten brengen, DVD-R of DVD+R of een combinatie van beide, zoals wordt toegepast in de nieuwste Sony DVD±RW recorder. Het belangrijkste verschil tussen DVD-R en DVD+R is de manier waarop de gegevens in blokken zijn verdeeld en de toepassing van compressie.

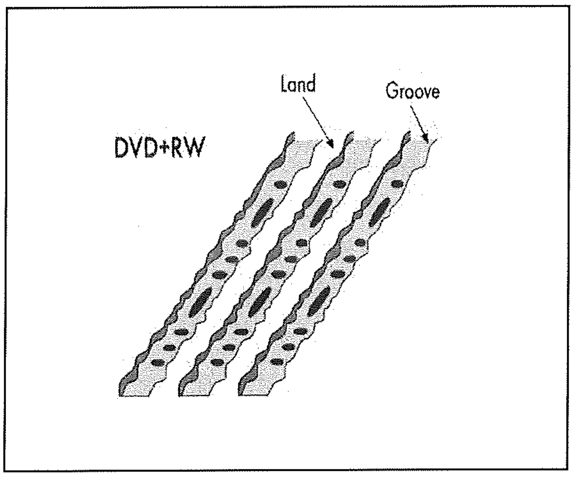
DVD+RW

Inleiding
Zes bedrijven, Sony, Philips, HP, Ricoh, Mitsubishi en Yahama, kondigden in 1997 hun eigen standaard aan, die niet door het DVD Forum werd goedgekeurd. Dit bericht werd in eerste instantie niet met applaus ontvangen, omdat al die verschillende standaarden alleen maar verwarring veroorzaakten. De DVD+RW Alliantie, zoals deze bedrijven zich later gingen noemen, was het echter niet eens met de features van de goedgekeurde standaarden en besloot er zelf een te ontwikkelen. Oorspronkelijk werd er uitgegaan van een 3 GB variant, die in 1999 van de ontwerptafel geschrapt werd voor een 4,7 GB DVD+RW versie. De introductie van de DVD+RW werd herhaaldelijk uitgesteld. Oorspronkelijk had er eind 1999 al een product in de schappen moeten liggen, maar dat werd ruim twee jaar later. Compatibiliteit en gebruikersgemak waren de belangrijkste aandachtspunten voor DVD+RW. Men wilde een zo breed mogelijk medium dat vrijwel 100 % compatible was met de bestaande DVD-ROM spelers en uitermate geschikt voor video-opname en -bewerking.
De Alliantie groeide met Mitsubishi/Verbatim, Ricoh, Yamaha, Thomson en Dell, waardoor de naam van de groep kracht bij werd gezet.
Microsoft is in februari 2003 toegetreden tot de DVD+RW Alliantie. Microsoft blijft weliswaar ook andere formaten (zoals DVD-RW en DVD-RAM) ondersteunen, maar ziet DVD+RW nu expliciet als zijn favoriete formaat, zo zegt Philips-woordvoerder Hans Driessen. Microsoft demonstreerde vorig jaar op een conferentie een software-onderdeel van een nieuwe Windows-versie waaruit al bleek dat Microsoft hoogstwaarschijnlijk zou gaan kiezen voor de DVD+RW standaard. Ondersteuning van een bedrijf als Microsoft doet de acceptatie van het DVD+RW formaat goed, een gegeven waar vooral Philips blij mee zal zijn. Mi-

crosoft zegt vooral voor DVD+RW te hebben gekozen vanwege de Mount Rainier techniek, waardoor een herschrijfbare DVD zich laat benaderen als een harde schijf.

Het schrijfproces

Ook bij DVD+RW wordt gebruik gemaakt van Phase Change Technology en worden de gegevens opgeslagen in de gewobbelde groeven, zie figuur 5/20.2-20.



Figuur 5/20.2-20: Het schrijfproces bij een DVD+RW.

DVD-RW, DVD+RW?

Inleiding

Het zal duidelijk zijn dat de toekomst van DVD gezocht moet worden in DVD-RW en/of DVD+RW.

DVD+ en DVD- zijn echter niet met elkaar compatibel en zullen dat naar alle waarschijnlijkheid ook niet worden. Door deze splitsing in de markt is het voor de consument erg lastig geworden om een keuze te maken. Geen van beide standaarden heeft echte voor- of nadelen. Ook is nog niet duidelijk welke van de twee standaarden uiteindelijk zal overblijven.

Het handigste is dus om nu bij de aanschaf van een DVD writer te kiezen voor een Dual Mode DVD brander (zie later). Deze branders kunnen zowel DVD- als DVD+ media beschrijven. Het prijspeil van deze apparaten ligt echter wel wat hoger. Ook kunt u kiezen voor een DVD brander met de standaard die het meest compatibel is met al eerder aangeschafte apparatuur.

Op diverse Internet-sites, bijvoorbeeld deze van het DVD platform, kunt u opzoeken of al eerder gekochte apparatuur compatible is met de DVD- of DVD+ standaard.

Schijfindeling

Het belangrijkste verschil tussen DVD+RW en DVD-RW is de manier waarop de schijf wordt ingedeeld en de bewerking van bestanden die reeds zijn opgenomen.

Bij DVD+RW is de gebruiker vrij om bestanden te overschrijven, te bewerken of geheel of gedeeltelijk te wissen. Dit is niet zo eenvoudig met DVD-RW.

Een DVD+RW is dusdanig geformatteerd dat de schijfindeling het gemakkelijk maakt om zowel kleine bestanden als grote, achtereenvolgende bestanden op te slaan. Dit maakt het DVD+RW formaat geschikt voor gegevensbewerking én consumentenelektronica. DVD+RW schijfjes worden gelezen door veel DVD spelers en apparaten uit de DVD-R, DVD-RAM en DVD+R familie. Maar gegevens kunnen alleen worden opgenomen met speciale branders.

Zowel DVD-RW als DVD+RW maken gebruik van de reeds besproken Phase Changing Technoloy en hebben een capaciteit van 4,7 GB.

20.2 DVD formaten en hun specificaties

Het formatteren

Naast verschillen in het schrijfproces zit het belangrijkste verschil in de opnamelaag. Elk opslagformaat heeft zijn eigen, speciale manier van formatteren. Tijdens het formatteren wordt het opslaggebied verdeeld in segmenten en partities. Zo'n indeling is niet eenvoudig te veranderen. Vroeger moesten gebruikers diskettes eerst zelf formatteren voordat ze te gebruiken waren. Dit geldt voor de CD-RW nog steeds. De wijze van formatteren helpt de drive bij het in de kortste tijd vinden van een specifieke plaats of bestand op het opslagmedium of bij het zo efficiënt mogelijk benutten van de opslagruimte. Het formatteren zorgt ervoor dat grote, opeenvolgende bestanden zo snel mogelijk en zonder onderbrekingen worden opgeslagen en teruggevonden. Bij de meeste computertoepassingen is een snelle toegang tot bestanden belangrijk, bij videotoepassingen is echter een hoge doorvoersnelheid van groot belang.

Snelheid

De schrijfsnelheid van een DVD writer wordt uitgedrukt in x-speed waarbij 1-speed gelijk staat aan een dataoverdracht van 1.380 kb/s.
Writers gebaseerd op de DVD+RW technologie hebben momenteel een maximale schrijfsnelheid van 2,4-speed (3.312 kb/s) waarbij het niet uitmaakt of het om een DVD+R of een DVD+RW schijfje gaat. Bij een DVD-RW drive liggen de zaken iets anders: die kan een DVD-R schijfje beschrijven aan maximaal 2-speed (2.760 kb/s) en een DVD-RW schijfje slechts aan enkelvoudige snelheid. Natuurlijk mag u in de toekomst rekenen op steeds hogere brandsnelheden voor DVD writers en de eerste 4-speed modellen zijn dan ook al aangekondigd.

Buffer underrun

Een moderne CD brander bevat standaard technologie voor het opvangen van buffer underruns, om zo te voorkomen dat de CD's onbruikbaar worden. Deze technologie houdt in dat er een buffergeheugen aanwezig is, waarin de te schrijven gegevens worden opgeslagen. Het schrijven gebeurt vanuit dit geheugen. Het systeem moet er voor zorgen dat het buffergeheugen altijd goed gevuld is. Raakt de buffer om de een of andere reden leeg, dan stopt de gegevensstroom naar de brander en treedt de beruchte "Buffer Underrun" foutmelding op. Aangezien alle DVD writers ook CD schijfjes kunnen branden, zien we deze techniek ook bij deze apparaten terug. Het is echter de vraag in hoeverre dit ook voor DVD's noodzakelijk is. Bij de DVD-RW schijfjes blijkt dit zonder meer het geval. Voor de DVD+RW drives liggen de zaken echter iets anders. Hier wordt namelijk gewerkt met de zogenoemde Lossless Linking Technologie, waarmee gegevens op elke willekeurige plek (random) op de schijf geschreven kunnen worden. Het probleem van buffer underrun is hier dus niet van toepassing, omdat het systeem de draad van het schrijven altijd weer weet op te pakken.

EasyWrite

Met de DVD+RW techniek is het mogelijk gebruik te maken van EasyWrite, al ondersteunen momenteel niet alle DVD+RW drives deze functie. Als een DVD speler EasyWrite ondersteunt, kan de DVD gebruikt worden als een soort harde schijf. Aparte brandprogramma's zijn dan niet meer nodig.

20.2 DVD formaten en hun specificaties

Conclusie
De voor alle betrokkenen, of het nu fabrikanten, leveranciers of gebruikers zijn, interessante vraag welk DVD formaat uiteindelijk succes zal hebben, kan aan de hand van de huidige stand van zaken jammer genoeg niet worden beantwoord. Een algemene industriële standaard kan immers moeilijk met de belangen van de betreffende fabrikanten worden verenigd. Of het DVD-RAM, DVD-R/RW of DVD+R/RW zal worden, wordt in de nabije toekomst door de gebruiker bepaald. Ondanks het feit dat men in staat is kleine verschillen tussen de technologieën van de verschillende formaten te herkennen, zijn deze verschillen niet zo duidelijk dat men op grond hiervan een duidelijke favoriet zou kunnen kiezen.
De vertegenwoordigers van de DVD-R/ DVD-RW mikken met hun General en Authoring varianten op de professionele én de consumenten markt. Met General proberen zij de eindgebruikers voor zich te winnen en met Authoring wenden zij zich tot de professionals. De zeer late introductiedatum van DVD+RW stations zou de verspreiding van DVD-RW eveneens gunstig kunnen beïnvloeden: terwijl de eerste DVD-RW recorders al geruime tijd in de winkel stonden, werden van de DVD+RW stations de eerste exemplaren uitgeleverd.
Bekijkt men echter anderzijds de bij DVD+RW betrokken ondernemingen (Philips, Sony, Yamaha, Ricoh, Microsoft) en hun stelling met betrekking tot de betreffende markten, dan zou het ook heel goed kunnen dat het uiteindelijk het DVD+RW formaat is dat doorbreekt. Het is namelijk de bedoeling dat deze technologie zowel in PC stations als in videorecorders wordt toegepast. Vanwege zijn specificatie (continue datastroom) is DVD+RW met name zeer geschikt voor videorecorders. Bovendien beloven de fabrikanten voor DVD+RW een volledige compatibiliteit met de actuele DVD-ROM stations.

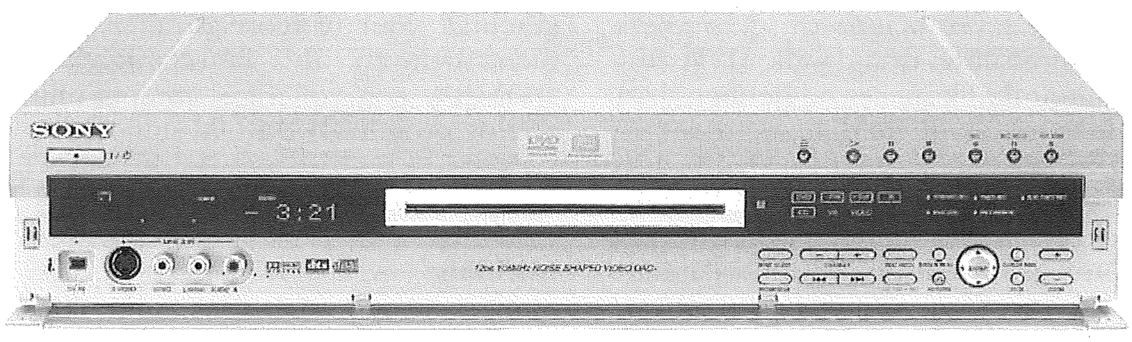
Dual mode recorders

Inleiding
Sony pakt het, zoals vaak, slim aan en bracht in januari 2003 een DVD recorder op de markt die beide systemen aankan. Dit apparaat leest en schrijft alles. Het voordeel van deze recorder is de absolute eenvoud van de bediening.

De RDR-GX7
Dit nieuwe model kan zowel op DVD-RW en DVD+RW als op DVD-R opnemen, waardoor het compatibel is met de meeste conventionele DVD-Video spelers op de markt. Daarnaast biedt de RDR-GX7 afspeelmogelijkheid voor DVD-RW, DVD+RW, DVD-R, DVD+R, CD, CD-R en CD-RW.
De geavanceerde bedieningsfuncties bieden uitgebreide bewerkingsmogelijkheden, waaronder One Touch Dubbing voor het snel en eenvoudig overzetten van videofilms op DVD. Ondanks zijn uitgebreide functionaliteit is de RDR-GX7 eenvoudig te bedienen dankzij een gebruiksvriendelijke grafische gebruikersinterface (GUI). De opname- en afspeelkwaliteit van het nieuwe model is vergelijkbaar met die van de high-end DVD-Video spelers van Sony. Het apparaat is voorgesteld in figuur 5/20.2-21.

Tweevoudige RW-compatibiliteit
De RDR-GX7 is de enige DVD recorder die opname op het DVD-RW-, DVD+RW- en DVD-R formaat ondersteunt.

20.2 DVD formaten en hun specificaties



Figuur 5/20.2-21: De RDR-GX7 van Sony.

Hierdoor zitten gebruikers niet langer vast aan een van deze formaten en een optimale afspeelcompatibiliteit is gewaarborgd. De brede keus aan formaten biedt de gebruiker meer vrijheid wat media betreft en een grotere compatibiliteit met andere home entertainment apparatuur.

Bediening
Bij aansluiting van een Digital8 of DV camcorder op de RDR-GX7 via de enkelvoudige i.LINK (DV) interface kunnen alle dub- en bewerkingsfuncties worden aangestuurd via het intuïtieve en interactieve bedieningssysteem van de DVD recorder. De geavanceerde dubfunctie stelt u in staat zowel een volledige band als delen daarvan eenvoudig op een schijfje over te zetten. Door middel van One Touch Dubbing kan de inhoud van een band met slechts één druk op de knop worden overgebracht. Program Edit en Advanced Program Edit bieden nog meer flexibele bewerkingsfuncties, waaronder het verwijderen van overbodige scènes. Met behulp van deze functies kunt u uw schijfjes indelen zoals u wilt.

Indrukwekkende beeldkwaliteit
Door toepassing van een 12 bit, 108 MHz video D/A-omzetter met Noise Shaped Video technologie en Motion Adaptive FNR (Field Noise Reduction) is de afspeelkwaliteit van de RDR-GX7 vergelijkbaar met die van high-end Sony DVD-Video spelers zoals de DVP-S9000ES. Beeldvoorverwerking technologieën zoals pre-FNR en pre-Video Equalizer verbeteren de beeldkwaliteit door ruis te verwijderen, zelfs bij gebruik van analoog bronmateriaal uit archieven. Ook de VBR (Variable Bit Rate) opname voor alle formaten draagt bij aan de uitstekende beeldkwaliteit, met name bij langere opnameperioden.

Gebruiksgemak
Een belangrijk voordeel van de RDR-GX7 is de eenvoudige bediening, waarmee Sony de interactie tussen mens en machine op een hoger plan heeft gebracht. Met behulp van een intuïtieve GUI op uw TV-scherm kunt u eenvoudig titels toevoegen aan DVD-materiaal via de geavanceerde afstandsbediening van de recorder. De GUI stelt u in staat u te concentreren op het bedienen van de re-

corder. U kunt een lijst samenstellen van maximaal 99 titels inclusief thumbnail afbeeldingen, waarbij de titels van TV-programma's direct kunnen worden overgenomen van Teletekst.

Vooruitstrevend design
De esthetische aantrekkingskracht van de recorder wordt gewaarborgd door een geavanceerd slank ontwerp en een geborsteld aluminium frontpaneel. Ondanks zijn geavanceerde functionaliteit heeft de RDR-GX7 bijzonder compacte afmetingen.

20.2 DVD formaten en hun specificaties